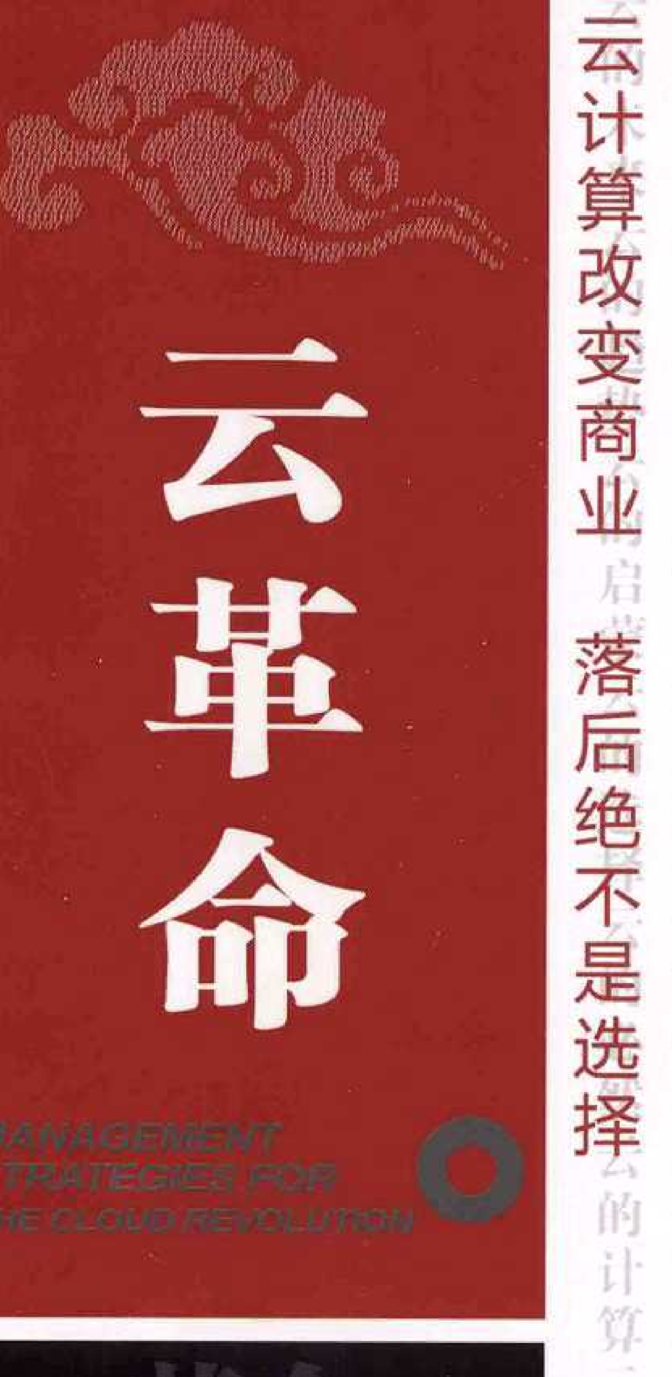


云革命之管理战略

[美]查尔斯·巴布科克（Charles Babcock）著

丁丹 译

McGraw Hill Education

東方出版社

McGraw Hill

万卷PDF书城

精品图书 期刊杂志

每日更新 免费下载

文学著作 生活时尚 科学技术

经济管理 人文科学 立志成功

教材教辅 期刊杂志 国外图书

资料教程

读万卷书

行万里路

读书从万卷开始

www.odcool.com

云计算是自互联网诞生以来最强劲的颠覆性力量，它会简化运行、降低运行成本，同时提供你以前做梦也没有想到的灵活和力量。现在，在本书的指导下，采取战略行动吧！

我们正在经历一场技术革命，本书用通俗易懂的语言清晰地解释了这场技术革命到底是怎么回事，对企业、客户和大众而言意味着什么。

——迈克尔·奥尔森（Michael Olson），Cloudera的首席执行官

本书之所以重要，因为它讲的是云计算，当前很受追捧的一项创新，第三计算阶段的基础。本书抓住了云计算的本质特点，阐释了云计算的核心技术是如何让云计算具有那些本质特点的。

——里奇·沃尔斯基（Rich Wolski），Eucalyptus Systems公司的创始人之一、首席信息官，加利福利亚大学圣巴巴拉分校计算机科学系教授

本书用平实的语言令人叹服地解释了云计算将如何改变我们的世界……如果你现在还没为云计算的潜力感到激动不已，那么请阅读这本书吧！或者你可以买上一本放在CEO的桌子上吧，巴布科克会解释一切。

——保尔·吉林（Paul Gillin），畅销书《新影响力》（*New Influence*）的作者

本书是云计算的启蒙书、指南，很有价值，值得买上一本，它将帮你弄懂这门技术，指导你利用这门技术开创美好的未来。

——特德·谢德勒（Ted Schadler），Forrester Research公司的副总裁和首席分析师，《授权》（*Empowered*）的作者之一





云革命

MANAGEMENT STRATEGIES FOR THE CLOUD REVOLUTION

[美] 查尔斯·巴布科克（Charles Babcock）著
丁丹 译

東方出版社

图书在版编目（CIP）数据

云革命/（美）巴布科克 著；丁丹 译. —北京：东方出版社，2010
书名原文：Management Strategies for the Cloud Revolution
ISBN 978-7-5060-4092-1

Ⅰ.①云… Ⅱ.①巴… ②丁… Ⅲ.①计算机网络—研究 Ⅳ.①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2010）第 254862 号

Original Title: The cloud revolution
Copyright © 2010 By Charles Babcock. All rights reserved.
No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or
by any means, electronic or mechanical, including without limitation photocopying, recording,
taping, or any database, information or retrieval system, without the written permission of the publisher.
This authorized Chinese translation edition is jointly published
by McGraw-Hill Education (Asia) and People's Publishing House (Oriental Press).
This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only, excluding Hong Kong,
Macao SAR and Taiwan.
Copyright © [2010] by McGraw-Hill Education (Asia), a division of the Singapore Branch of The
McGraw-Hill Companies, Inc. and People's Publishing House (Oriental Press).
Chinese language (simplified characters) translation copyright ? 2010 by The Oriental Press.

中文简体字版版权属东方出版社所有
著作权合同登记号 图字：01-2010-7103 号

云革命

作　　者：[美] 查尔斯·巴布科克
译　　者：丁　丹
责任编辑：姬　利　曹晔晖
出　　版：东方出版社
发　　行：东方出版社　东方音像电子出版社
地　　址：北京市东城区朝阳门内大街 166 号
邮政编码：100706
印　　刷：北京智力达印刷有限公司
版　　次：2011 年 1 月第 1 版
印　　次：2011 年 1 月第 1 次印刷
开　　本：710 毫米×1000 毫米　1/16
印　　张：10.5
字　　数：110 千字
书　　号：ISBN 978-7-5060-4092-1
定　　价：28.00 元
发行电话：（010）65257256　65246660（南方）
　　　　　（010）65136418　65243313（北方）
团购电话：（010）65245857　65230553　65276861

版权所有，违者必究　本书观点并不代表本社立场
如有印装质量问题，请拨打电话：（010）65266204

作者简介

查尔斯·巴布科克

《信息周刊》（*Information Week*）资深编辑，非常了解云计算对企业的利与弊。巴布科克以前在《计算机世界》（*Computer World*）做过驻纽约通讯记者、软件编辑和技术编辑，在《交互周刊》（*Interactive Week*）做过技术编辑，在《数字新闻》（*Digital News*）做过主编。2003年7月，巴布科克撰写了《基线》（*Baseline*）杂志上的封面故事《麦爆》（*McBust*），报道了麦当劳公司的计算系统改造失败案例，因此与他人一起获得杰西·尼尔商业奖（Jesse H. Neal business award）—— 商业媒体的普利策奖（Pulitzer Prize）。

巴布科克告诉我们，云计算就是租赁互联网上的计算基础设施，这样就不用自己建造了。云计算普及得很快，其好处令人无法拒绝。

致谢

感谢硅谷以及其他地方所有为我编写本书提供帮助的人。他们或与我互通电子邮件，或接受我的电话访谈，或与我进行面对面的座谈，偶尔还有人与我一起在 Thirsty Bear（一家西班牙餐馆）或者 21st A-mendment（一家旧金山餐馆）把酒畅谈。我对他们的感激之情有如滔滔江水连绵不绝。

他们包括：阿米特·潘迪（Amit Pandey），Terracotta 公司的 CEO，他解释了基于内存的软件与基于硬盘的软件在功能上有什么不同；马克·托菲克（Mark Towfiq），早期的 Linux 操作系统的倡导者，他与 Terracotta 现在的首席技术官（CTO）阿里·齐卡（Ari Zilka）一起，领导了沃尔玛的电子商务现代化项目；博戈米·鲍坎斯凯（Bogomil Balkansky），来自 VMware 公司，他解释了虚拟化的关键元素；温斯顿·邦珀斯（Winston Bumpus），Distributed Management Task Force 公司的总裁，兼 VMware 的标准长官；西蒙·克罗斯比（Simon Crosby），思杰系统公司（Citrix Systems）的 XenSource 事业部的 CTO，他也解释了虚拟化的关键元素；玛格丽特·刘易斯（Margaret Lewis），

来自 AMD，她从供应商的角度分析了行业趋势；罗德·约翰逊（Rod Johnson），开源领袖，SpringSource（现在是 VMware 的一部分）的前 CEO，布赖恩·贝伦多尔夫（Brian Behlendorf），Apache Web 服务器项目的原始成员，他们一起解释了开放源码是怎样起作用的；桑杰瓦·威罗那（Sanjiva Weerawarna），WSO2 的 CEO，他说出了自己对轻量级网络服务的理解；保罗·考米尔（Paul Cormier），Red Hat 的执行副总裁，他针对早期网络搜索操作发表了看法。还要感谢马蒂·戈茨（Marty Goetz），前 Applied Data Research 的总裁，多年以前那场“软件独立于任何特定品牌硬件”运动的关键发起人之一，他带领我这个门外汉熟悉了大型软件系统的复杂性。

本书的大部分思想，最初都以短文形式出现在联合商业媒体（United Business Media）旗下的刊物《信息周刊》（*InformationWeek*）中。《信息周刊》出版社，那里的两个编辑给我提供了各种或直接或间接的帮助，让这本书的问世成为可能。其中一个是阿特·威特曼（Art Wittmann），现在是《信息周刊分析》（*Information Week Analytics*）的编辑，在 IT、网络和云的发展方向等领域说话很有分量。另一个是克里斯·墨菲（Chris Murphy），非常善于帮助各种各样的作者扬长避短。我还要感谢 Government CIO 兼信息周刊网博客专栏《直插云霄》（*Plug into the Cloud*）的编辑约翰·福利（John Foley），他帮助我策划了本书，以及主编罗布·普雷斯顿（Rob Preston），他在百忙之中给了我很多忠告和鼓励。

最后申明一下，本书如果出现任何错误，都与他们无关，我是本书唯一的负责人。

引言

“云计算”，让人萌发一种敬畏之情，给人一种山雨欲来之感，就像一个神秘人物即将掀起一场狂风巨浪一样——这次是真的狂风巨浪。

我以为，所谓云计算，就是指我们不断听说的那些大型数据中心，谷歌（Google）、雅虎（Yahoo!）、微软（Microsoft）、亚马逊（Amazon）、销售力网（Sales force. com）和脸谱网（Facebook）都建造过。2009 年 9 月，芝加哥，微软最新数据中心的大门打开了，一辆卡车倒退着进入，驶过水泥地面。卡车上放着一个集装箱，集装箱里装有一机架一机架的服务器。集装箱没有直接打开卸货，而是插上了电源，2 000 多台服务器瞬间启动起来。数据中心已经有 11 个类似的集装箱处于运行状态，还有 44 个即将来到数据中心。同时，数据中心所在大楼的第二层，传统的活动地板服务器存放室中的硬件已经嗡嗡鸣响着远去了。

微软这一数据中心计划容纳 300 000 台服务器。微软主管服务器与工具业务的副总裁鲍勃·穆格利亚（Bob Muglia）说，据他所知，这是世界上最大的数据中心。

在微软开放其最新数据中心之前不久，谷歌向外界透露了一些以前被视为机密的信息，介绍了其数据中心的设计情况。谷歌某摄制组播放了一段录像，录像里面是一个工程师，看起来非常谦逊，也许最近才刚刚大学毕业。该工程师踏着单脚滑板车，在数据中心的地板滑过，来到一机架服务器前，挑出一个出了故障的服务器，插入一个新的服务器。服务器看起来大约 3.5 英寸厚，上面有一个金属隔板将发热部件与冷却部件隔离开来。企业的数据中心就不是这样做的，父辈的数据中心也不是这样做的。

谷歌和亚马逊网是云计算的先驱，微软和其他厂商采用了云计算理念，探索出自己的云计算实施模式。当数据中心基本上用个人计算机（personal computer，简称 PC）部件建成，其中，一个服务器群集（cluster）含有几千台服务器（就像微软、谷歌新建的数据中心那样）；当服务器群集使用超大规模的平行运行软件、当管理软件让工作绕过硬件故障时，一样新东西就诞生了，那就是“云”数据中心。令人叹为观止的谷歌搜索引擎，就是由分布在全球的 12 个乃至更多这样的数据中心提供计算力的。将数据中心建在电价仅为每千瓦时 2 美分的地区而不是像现在这样建在电价高达每千瓦时 11 美分的地区，用计算机编辑本书，费用就会大大降低。数据中心运营成本的 1/4 是电费，云数据中心可以建在水电资源丰富的地区，充分利用其电价低廉的优势。企业的数据中心就不能，因为企业的数据中心需要靠近企业的总部或者生产基地。

然而，有些人认为，“云”只是引发了又一次的技术狂热，和以前无数次技术狂热一样，接下来的只能是失望。美国高德纳咨询公司（Gartner）说，云现在处于其技术成熟度曲线的顶峰阶段。说某技术处于技术成熟度曲线的顶峰阶段是指，这时人们对技术抱有最大的期望，在未来几年之内最可能采用该技术进行创新而不是使用其他技术创新。“云”本身是一种罕见的汇聚。

高德纳曾经根据技术成熟度曲线成功地预测了网络泡沫——网络产

业先迅速膨胀，然后突然坍塌。 网络泡沫反映了人们对基于网络的新型商业模式盲目追捧、争相投资、幻想大赚、最后幻灭的过程。 与网络泡沫相比，云更真实。

“云”是一套计算生产率增强器，每个增强器本身是一个标准的计算力倍增器。 这些倍增器汇聚在一起，形成上文提到的新型数据中心。 新型数据中心结合终端用户的新权限，就构成了云。 我们就要走出已知计算模式的世界，进入一个梦想中的世界，在那里，人们之所以建造这样的数据中心，在一定程度上是因为怀有以下信念：云中将诞生强大的计算力和强大的服务，终端用户无法抵抗其诱惑。 我相信，在某个时刻，这些数据中心将连在一起，在互联网上彼此支持，直到老太阳微系统（Sun Microsystem）的格言“网络就是计算机”最终成为现实。 这一具有自我增强性质的计算力网络将以各种不可预见的方式延伸至终端用户，最终变得无处不在。

最近，你有没有在街上遇到过那种全身心使用苹果手机（iPhone）或者其他电子装置而无暇顾及路况的人？ 那好吧，有了云之后，情况将会变得更糟。 云提供的数字服务，范围更广、程度更深，比现有的数字服务更具吸引力。 不出一年，连最冷静的观察家也会认为，世界将发生根本变化，首先是小型数字装置捕捉到的人类文化领域，其次是教育、文学、美术、电影等领域。 连怀疑主义者都会承认（大部分人是不甘心地承认），一场史无前例的革命正在展开。

这一变化势不可挡、无处不在，面对这一变化，你将很难给企业定位。 但是，理解了云是什么、可能会如何演变之后，你将有可能制定出合适的战略，确保你的企业在即将来临的云时代生存发展下去。

本书核心部分将探讨的是，云将导致终端用户的计算方式发生什么变化。 谷歌某一流数据中心的工程师发表论文声称，据推测，在最初阶段，以前在本地执行的服务，包括电子邮件、图片和视频存储以及办公应用，将从 PC 装置转移到云中。 你只要看看社交网 Facebook 和 MySpace、图片分享网 flickr 和视频分享网 YouTube 就知道，这样的变化

已经开始了。

但是，终端用户更为重要的一部分计算，即经营方式，也将发生巨大的变化。他们以前在黑莓机、上网本、笔记本电脑或者 PC 上开展业务，以后将在云中开展业务。旧计算模式将添加新层级。一方面，互联网上的数据中心将越变越大；另一方面，终端用户进行直接运算使用的装置有可能逐渐变小。如果想在云革命中站对位置，那么你必须兼顾这两个相反的趋势。

但是，对企业战略家而言，云的含义远远不止于此。终端用户将不用耗费巨资自建数据中心，只需花费少量成本依靠互联网上的大型服务器群集应对日常的稳态运行，或者偶发的计算力需求高峰。大大小小的企业将有能力做以前不能做的事情，而且做得更快。有了云，企业的客户关系管理（CRM）将提高效率。

一种新型平台已经出现，它为企业提供通用接口，用于管理客户关系。通过这一平台，企业可以用很多新方式与现有客户和潜在客户进行联系。你以前做梦也没有想到会去拜访的人，明天也许就会被你联系上，成为你的客户。

很有可能，企业将发现更难把产品或服务卖给那些见多识广的客户——那种经常在互联网上闲逛、对世界的了解不亚于对自家花园的了解的客户。传统企业认为，云的很多特点会带来潜在威胁——客户稍有不满，就会立即给出尖酸刻薄的评价，并将其分享给数百万人。与此同时，云还能提供新机遇，让你深入联系客户，理解客户为什么首先找到你、客户接下来可能需要什么。

云计算最流行的形式，比如亚马逊的弹性计算云（Elastic Cloud Computer，简称 EC2），就是将外部资源重组成一套以前想都不敢想的计算服务。用户可以随意定制几乎任意长短的计算周期。比如，客户流量突然暴增，需要更多资源，就会有更多资源投入工作。这一昂贵的数据中心可以通过互联网进行访问，按小时刷卡计费，费用低廉。

云的最大缺点也许只有一个，那就是，云天生就是设计成由外人访问的。 所谓外人，就是所有为那些数据中心工作的人。 云中装有自动程序，目的是让任何人都能轻松获得云的服务，不管他处在什么地理位置，只要他能按小时付费。 这有点儿像苹果乐园（iTunes），你不用逛商店，不用淘唱片，只要上传一小段与自己有关的信息，就能下载一首自己喜欢的歌曲。 然而，在云中，传输出去的是企业的应用，传输回来的是处理之后的结果。

云的到来，依靠的不是单一的某项技术。 宽带通信、网络标准、多核服务器以及把一大群计算机当成一台机器来管理的能力，都是云计算的成分。 把这些成分混在一起，再加上将商业应用组成服务器的趋势，就会生成一种截然不同的东西。 这一新的计算力将改变企业的业务模式。

今天，云计算最常被视作一种外部资源，也就是公共云（public cloud）。 明天，你将发现你的组织在围绕云原则重组其数据中心。重组顺利的话，你就会获得一个内部云（internal Cloud），该内部云比以前的数据中心更小、更便宜。 之所以如此是因为，数年以来，很多组织的数据中心都建造得过于庞大了。 现在，这些数据中心将变得大小适中，并与外部云（external cloud）联合，方便传输信号。 你将根据日常的近稳态运行而不是高峰期的计算力需求配置 IT 设施。 如果出现不同寻常的计算力需求，比如，季末或者年末节前会计结算销售额，你就能转接到外部云。 使用外部云，你必须按时间缴费，但是，你不用像以前那样过度配置 IT 设施，这样可以节省很大一笔钱。

外部公共资源和经过重组的内部资源联合在一起，就构成混合云。本书将重点探讨混合云以及混合云会给企业能力带来什么影响。 目前，混合云尚未出现（现在还为时过早），但是，它最终会从今天的基础设施中演化出来。 实际上，你未来的数据中心就是混合云。

企业过度配置 IT 设施，还要投入大量人力、物力资源加以维护，而企业真正应该做的是解决新问题。 云计算就能解决这一困境。 云本

身也会带来问题和挑战，其中一些问题和挑战的严重性并不亚于企业管理者以前所遇到的。

但是，最为重要的是，云将为企业带来新的做事方式和全新的机遇。本书探讨的就是企业如何破除旧枷锁、抓住新机遇，打造自己的竞争优势。



目录

第一章
云革命

在艺术作品中，从安塞尔·亚当斯（Ansel Adams）的摄影作品到中国古人的丹青作品，云经常被赋予一定的形状和含义。在亚当斯《干旱的西部》（*arid West*）中，云作为花岗岩山峰的背景，预示着雨水。在中国国画中，或崇山峻岭、云波谲诡，或山脊延绵、云雾缭绕，营造出“无穷”的意境。

多年以来，在技术项目的各种建筑图标中，与正方形、长方形、圆形相比，云扮演的角色更平凡，但是，云的含义一直是模糊的。过去，“云”是一个委婉的说法，代表数据中心或者网络之外的一切事物。影响手头项目的各种行动，发生在数据中心；云是由远程连接部件和网络协议构成的杂烩，和当前的问题没有多少关系。不管系统设计师多么缺乏艺术细胞，他总会画上云——随手而作的形状不规则的圈圈。

随着互联网在商业中的应用越来越普遍，云不再是设计师在草图上漫不经心画出的符号，而是变成了一样更具体、更实质的东西：它变成了辅助计算，由网站应用和诸如信用核查和客户地址查询之类的网络服

务提供，支持标准商业应用在企业数据中心的运行。网络服务企业，比如谷歌、亚马逊网和易趣（eBay），制造出一种新型数据中心，这种新型数据中心，标准化和自动化的程度更高，由大规模生产的PC部件建成。前几年，这些数据中心都不允许公开访问，因为其建造者希望保持竞争优势。随着“在互联网上提供越来越强大的服务是可能的”这一概念变得日益流行，云计算的含义演变成了某个终端用户（不管是客户还是商业计算专家）和上述某种服务“在云中”的交互。

一天，微软宣布它将大力投资这一新的计算范式，之后，它就开始谈论自己在芝加哥和爱尔兰作为新型数据中心的那些设施。谷歌在建立这一新的计算范式当中发挥着关键作用，它也开始阐释其数据中心的关键特征。到2008年年底，很明显，“云”这个词语指的不仅是利用互联网上的新型计算服务，而且有时还指通过互联网访问提供大量资源的强大新型数据中心里的计算机。这一新型数据中心之所以具有吸引力，部分原因在于：你不必自建，只需租赁，花更少的钱便可得到更好的效果。云被推到下一轮计算浪潮的风口浪尖。资源可能仍然用不规则的圈圈来表示，不过，具体是哪种资源用不规则的圈圈来表示，就不同以往了。云以前所未有的精细程度和自动化水平应对大规模的客户。云中具体在发生什么事情，这并不清楚，但是可以肯定的是，云中发生的事情变得越来越重要了。

即使如此，向首席执行官（CEO）、首席运营官（COO）和首席财务官（CFO）简要地说明你的企业可以利用云计算做些什么仍然是一件很难的事情。那些关注上述进程的人，知道有大事正在发生，但是很难用三言两语解释清楚到底是什么事。很多行业正在进行大规模的试验，以确定“在云中”可以做什么。

很多人同意，云计算是商业计算和个人计算的下一个阶段，但是为什么把它叫做“云”呢？“云”，含义不明，更糟糕的是，形状不定。在过去的25年里，我相继在《计算机世界》（*Computerworld*）、《数字新闻》（*Digital News*）、《交互周刊》（*Interactive Week*）和

《信息周刊》部门供职，看到很多前来拜访的人以白板为图纸画云。云是图上废弃的部分。但是首先，云到底是什么，云是怎么从一种可以忽略不计的东西变成一种不断被人谈论的东西？

给云下定义

云有很多含义——太多了，所以任何人对其都无法给出严密的定义。云最具体的含义，指的是软件即服务（Software as a service，简称 SaaS），即可以在线访问的软件应用，销售力网、谷歌应用（Google Apps）以及百会（Zoho）就提供这样的服务。云还有一个含义，指的是基础设施即服务（Infrastructure as a service，简称 IaaS），即向用户出租服务器，按时间计费，亚马逊 EC2 就提供这样的服务。云的另外一个含义，指的是平台即服务（Platform as a service，简称 PaaS），即提供工具，让用户建造在宿主云中运行的软件。这些含义在技术圈子里非常通用，已经明确写入美国国家标准技术研究所（National Institute of Standards and Technology，简称 NIST）的标准性文件。这些含义确实在现在非常通用，但是我并不看好它们。我认为，云的含义还会继续演变，这些已有的含义很快就会消失。

然而，市场人士听到了风声，开始思考自己在云革命中应该扮演什么角色。最近，我的计算机屏幕上划过一则电子询问简信："云计算：真方法还是假噱头？"

所以，今天，当 CEO 向 IT 总监和网站经理询问他不断听说的云到底是什么的时候，IT 总监和网站经理也许会先描述云由哪些部件组成，然后争论云有什么要求。不同的人对此一定有不同的见解，甚至会为此争得面红耳赤。企业 IT 员工看到云的时候知道那是云，但就是无法说清云是什么。

CEO 听说云是"互联网计算的下一阶段"，但是，这句话的含义现在比以往任何时候都模糊。如果 IT 员工为云是什么争论不休，那么

IT 员工很有可能无法说清 CEO 最想知道的事情——云会给他和企业业务带来什么影响?

最近，CEO 听说，越来越多的客户使用小巧的掌上装置下载诸如苹果乐园之类的产品，云就是指客户这样做的时候所做的事情。 客户总会冒出一些看似奇怪的念头，懂得利用那些怪念头的企业成为了大赢家；不懂得利用的企业，则被淘汰出局。 所以，“云”还有一个含义，指商业计算的下一阶段。 进入云时代，更多这样的业务将必须被转移到互联网上。 本书将着重讨论这一前景以及商业计算的下一阶段和云时代的商业最有可能是什么形式。

但是，为了更直接地回答 CEO 的问题，让我们试着说一说云是什么。 2009 年年底，我见到了 Zend Technologies 的 CEO 安迪·古特曼斯（Andi Gutmans）。 当时，他在一个有着 500 名 PHP（已经成为最流行的互联网开发语言）开发人员参加的聚会上说：“我不打算试着告诉你云是什么，每个人都有自己的定义。”

古特曼斯是现代版 PHP 的设计者之一。 自 5.3 版本发布以来，PHP 无疑是建造云应用的首选语言。 如果连古特曼斯都说不清云是什么，那么我完全相信，其他任何人都说不清，但是，我们还是必须硬着头皮试一试。

很多人指出，速旅公司（Travelocity）的机票预订系统和苹果公司的苹果乐园音乐商店都是云计算的例子。 尽管这两个都是在大型互联网数据中心里运行的高级电子商务系统，但是它们并不是我将要说到的云计算。

在苹果乐园的例子中，所谓的“云”基本上控制着终端用户，接收的是用户输入的有关歌曲选择和信用卡数据的信息，只有几个字节，返回的是一首歌曲，字节较多。 尽管用户能够随心所欲地挑选歌曲，但是云只能为每个终端用户执行同样的电子交易。 很多苹果乐园发烧友认为，云在为他们工作。 而我认为，在 99% 的数据传输中，苹果乐园发烧友是在为苹果公司的云设施工作——下载一首歌就是帮苹果公司的

云设施添上一块砖或者加上一片瓦。

在某种程度上，对于易趣和亚马逊网的零售商店而言，事情也是这样的，不可否认的是，终端用户向两者提供的字节越来越多，两者向终端用户提供的服务也越来越高级，远远不止简单的数字媒体下载服务。易趣和亚马逊显然有资格成为新兴云国的公民，不仅如此，它们还代表着云国公民的先驱。

谷歌走得更远，距离严密的云定义更近，其位于世界各地的巨型数据中心提供的计算力足以让其为数百万用户提供即时反馈。谷歌总部加利福尼亚山景城有个大屏幕，画面是旋转中的地球，东京、香港和新加坡之类的人口中心所在处都用亮点标示着，代表着当地使用的搜索引擎。从大屏幕上可以看出，世界各地成百上千台搜索引擎都在同时运行着。大屏幕亮点密布，实时刷新，就像一幅全球人类好奇心动态全景图。

谷歌的运营具有云的很多特点：现代数据中心，由低成本元件建成，被当作整体来管理，由网络上的终端用户激活，在双方都不大了解对方系统的情况下交付自动化结果。这既适用于谷歌搜索引擎，也适用于谷歌自称的谷歌应用引擎（Google App Engine）。有些数据中心，符合这个描述，于是被贴上了云标签，就像谷歌的有些数据中心，也符合这个描述，却没被公认为云，两者的区别是什么呢？最终，连这个描述也不足以定义云的本质所在。这个描述将在优秀的技术专家当中引发一场争论，就像代表搜索引擎的亮点在洛杉矶降落，又在火奴鲁鲁、东京和北京升起一样，这一争论将在洛杉矶落幕，又在火奴鲁鲁、东京和北京开幕。

我们不需争论云数据中心中有哪些技术创新（云数据中心有很多技术创新），我们需要颠覆这场争论。云最显著的特征——巨型互联网数据中心——并不是云的定义性特征，只是云的一个组件。云实际上是数项技术的汇聚，数据中心、松散耦合（loosely coupled）网络协议，通过标准网络服务远程激活虚拟服务器的能力，正是因为这些技术汇聚

在一起，云才具有强大的计算力。

云是一种有趣的汇聚，但是，实际上，谈论云，有一点是不能不提及的，那就是，任何人都能以极低的小时费率使用云。 那些大型数据中心产生的规模经济效益，可以交付给终端用户，不管终端用户是个人还是企业。 亚马逊 EC2 云基础设施，一台服务器每小时收费 8.5 美分。 另外一家云基础设施供应商 Rackspace，进一步将费率降低到每小时 1.5 美分（费率如此之低，可能是为抢占市场而非盈利）。 这些费率应该低于企业数据中心的运营成本，因为通过自动控制，更少的人手可以管理更多的服务器。 微软高管在芝加哥新闻发布会上说，他们的新型数据中心只需 45 人来管理，其中还包括门卫和保安。 其数据中心计划容纳 300 000 台服务器，尽管在我写这部分内容的时候，其服务器的数量还没达到 300 000 台。 在很多企业数据中心，一个系统管理员可以监控一个应用或者少数几个应用。 在云中，一个系统管理员可以监控运行着数百个应用的硬件。

除了商业终端用户外，很多个人终端用户也对消费新型网络服务表现出很大的兴趣。 他们在 MySpace 输入个人信息，在 flickr. com 上张贴图片，在 Facebook 上既张贴图片又发表评论，在 LinkedIn 上爆料专业协会信息。 云提供了一种商业模式，在这种商业模式中，很多服务，包括超级计算能力、海量存储和网络带宽，都可以低价获取，有的价格低得接近于免费。 技术汇聚表现在新的计算力分配模式中。 所以，云不仅是一种技术汇聚，而且还是一种商业模式，它让公众能用以前想都不敢想的低价获取强大的计算力。

除技术汇聚和商业模式之外，我们必须为云加上最后一个定义性的特征。 今天人们口中的云，由少数几个预先设置的终端用户激活，比如，让 Facebook 上传一张图片或者发布一则评论。 还有深层交互的例子，比如，用户给云发送一项工作负载（workload），告诉云这项工作负载要如何运行，在这个例子中，用户和数据中心建立起一种新型的关系，对于以前的大多数远程用户来说，这种关系是不可能的。 云赋予

用户对一部分数据中心的“程序控制权”（programmatic control），也就是，用户能够命令数据中心的服务器运行自己选择并发送的程序。

云用户不必让某人介入建立连接、打开机器、运行软件。相反，云用户刷上信用卡，点击想要激活的服务，就能“自助配置”（self-provisioning）所需的计算机。对于那些想执行大任务但是不想订购新服务器、等待到货然后让 IT 员工配置服务器的人来说，这近似于天赐之物，而且是唾手可得的天赐之物。

定义很模糊的云，正在引发一场革命。那些详细了解过某个云数据中心或者近距离接触过某个云数据中心的人，似乎都为之着迷。事实上，现在由台式应用提供的很多终端用户服务，以后可能由云提供。这些数据中心往往是大型仓库式建筑物，几乎没有窗户，四周是钢丝网围栏。在数据中心内部，一排一排比萨盒状的服务器，甚至比“刀片”还小的服务器，填满 7 英尺高的机架。在风扇的呼呼声和水泵的嗡嗡声中，一排一排的机架延伸至远方。

我记得，6 年以前，计算机界有过一场争论，主题是：如果微软建造一个容纳 28 000 台服务器的数据中心，那么这个数据中心是否会比谷歌的大。现在看来，那场争论很可笑。让我们客观地看待这个问题。谷歌拒绝透露其搜索引擎在多少台服务器上运行，就是怕引发这样的军备竞赛。实际上，微软夸口道，它于 2009 年 9 月在芝加哥开放的、用于支持阿祖（Azure）云的数据中心，也是它计划运营的 6 家数据中心当中最大的一个数据，将有 300 000 台服务器。我们知道，在雅虎，网站检索（互联网上第一个支持搜索文件全部文字的全文搜索引擎）搜索结果的分类和编制依靠的是一个有着 25 000 台服务器的内部云，该内部云还顺带执行其他信息分类任务，但并不负责网站检索搜索过程的开展，也不负责雅虎内容网站的运行（可以推算一下，整个雅虎该有多少台服务器）。

谷歌于 2009 年 7 月承认，它的一台数据中心有着 45 000 台服务器。我猜谷歌的服务器总数达到了 500 000 ~ 600 000 台，分布在至少

12 个国际数据中心里，这一估计也许太过低了。 谷歌制定了一项计划，该计划允许它管理 100 多万台服务器。 关键是，没有几家企业数据中心宣称自己拥有 45 000 台服务器，最大的企业数据中心也很难配置那么多台服务器。 云中的某些数据中心，建造规模前所未有。 这些数据中心产生的规模经济效益，其他任何数据中心都很难复制。

人们说起云，往往指的是这些数据中心。 照一般说法，云是互联网上所有那些向终端用户提供信息和服务的外部服务器，不管服务器到底在哪里。 但是，这样的描述并没说到点子上。 云，除了装有很多服务器以外，计算方式也不同于以往。 自 AltaVista、Lycos、Excite 以及其他早期搜索引擎出现以来，大型互联网数据中心就已经存在了。

其中，一个区别在于，这些新型数据中心摒弃了传统数据中心的很多缺点。 传统数据中心是劳动密集型的，有很多种不同的服务器，反映出不同制造商提供的计算模式的早期演变情况。 云数据中心是不同的，服务器配置一开始就根据预定目标确定了，而且一旦确定，就不轻易更改；所有服务器都是一样的或者密切相关的，并用同样的方式加以管理。 云数据中心需要的人手很少。 传统数据中心，为了避免机器出现故障，在硬件上过度建设、重复投资。 云数据中心容许硬件出现故障，并且让工作绕过硬件故障。 云数据中心通过软件解决原先必须通过关掉机器、替换部件才能解决的硬件问题。 云数据中心将大量低成本部件绑成整体资源加以管理。 这样，刚刚买过东西，亚马逊就能告诉你其他像你一样的买家还买了什么。 输入几个关键词，令人叹为观止的谷歌搜索引擎就能在不到一秒钟的时间内，反馈几千条结果。 没有云，不可能达到这个速度。

与云能够提供的东西相比，搜索和电子商务只是小儿科。 最新数据统计，Facebook 有 3.26 亿活跃的用户上传文本、图片和视频，并编辑上传内容。 通过 Facebook，云的潜力进一步显现出来，但这也只是冰山一角。 5 年以前，这样的服务是想都不敢想的；但是，5 年以后，新型服务将是什么样子呢?

云将提供海量计算资源，而且价格低得离谱。就像廉价的电从电厂流向用户端一样，廉价的信息和服务从云流向远程用户端，不收取任何额外的费用。例如，你可以访问软件，根据最新的流线型船体原则设计帆船；你可以在线咨询专家，与之交互，弄清如何处理与开创企业有关的问题；你可以用视频演示你的企业正在做什么，解答风险资本家的疑惑，说服他们给你投资。一旦接近云，你就不再是一个孤立的个体，而是变成了茫茫数字宇宙的一部分。在数字宇宙中，一切事物都与其他一切事物有着联系。

网络数据中心培育出很多新型软件，那些软件本身就是最新计算工程学创造的奇迹。使用 Hadoop（一个基于云的数据引擎），不用“抖动”驱动轴——也就是，迫使磁头抖动，费力地从旋转的磁盘上收集数据——就能将成百上千个磁盘驱动器上的数据平行地移走。驱动器抖动是企业数据库的工作方式，但是对于云来说，这样做太费时间。使用谷歌地图（Google Maps），屏幕上会显示出某个地方的图像，移送光标，地图就会延展开来，给人一种无边无际的感觉。只要移动光标，我们想去多远就能去多远。在谷歌数据中心的某处，一个感应器在“琢磨”光标的意图，预测我们接下来需要什么数据，并且将这些数据预先加载到浏览器上。在云中，资源无穷的幻想在某种程度上变成了现实。其他系统就做不到，但是云能将地球的边边角角都绘制出来，并展现在我们面前。

移动的边界：错觉对现实

云亦真亦幻？是互联网让我们感到整个世界是联系在一起的。在“云计算”一词发挥威力以前，确实如此。在某种程度上，互联网加上大型数据中心，仍然不能等价于云。云的什么地方吸引了全世界技术专家的兴趣？每个人都在谈论的突破是什么？这些就是本书试图回答的问题。

批评者的指控：云不是真的

让我们在此暂停一秒承认，计算机行业的很多领导人在关注有关“云计算”的讨论（也许包括此处的讨论），但是什么名堂也没有看出来。对他们而言，云不过是一团水蒸气。苛刻多疑的技术专家，审视了云计算之后，只看到一套他们非常熟悉的技术。他们认为，这些技术没有什么引人注目的，除了规模很大以外，当然称不上突破。他们看到的只是一种普通的网络服务。那有什么了不起？

这些批评可以打消人们对云的无限狂热。一些狂热分子口中的云产品，其实都是老产品，只不过被别有用心的供应商重新命名，加入了“云”字眼。市场人士采用“云”字眼，是为了制造噱头。尽管如此，这仍然解释不了为什么有些目光犀利的观察家，会用一种接近于挖苦的、怀疑的眼光看待这个字眼。

经营数据库的甲骨文公司（Oracle）的CEO拉里·埃里森（Larry Ellison）说，所有有关云计算的争论，争的都是形式而不是实质。在2008年秋天与华尔街分析家的一次关于盈利情况电话会议中，他说：“计算行业是唯一一个比女装行业更受潮流驱动的行业。”

一个颇受尊敬的作家，在旧金山在线新闻网——CNet上喝彩道：“终于有个内行人士愿意说出云计算的真相了！”

2009年9月22号，在圣荷西市举办的“丘吉尔俱乐部”（Church-ill Club，硅谷最重要的商业和技术论坛）上，埃里森阐释说：“所有的‘云’都是一台附着在带有数据库的网络、操作系统、存储器和微芯片上的计算机。突然之间，它就是云。什么是云？云是水蒸气……把云变成互联网，并把它还给沙丘路上的这些傻瓜。”

沙丘路是硅谷西边倾斜向下通往门洛帕克的一条路，路的两边建有矮矮的办公楼，那是风险资本家的聚集地。我认识几个这样的风险资本家，他们没有一个是傻瓜。沙丘路上，一些风险资本家正在把大把大把的钞票投给新成立的云计算企业。

25 年以来，埃里森精明地将其企业定位于各种各样技术趋势的最前沿。根据美国彭博资讯公司（Bloomberg）的说法，埃里森今年的薪资将达到 7 300 万美元。如果埃里森那样的人用接近于鄙视、怀疑的眼光看待云计算，那么云计算还会真的成为一大商业趋势吗？

很多人会说，用技术术语定义云，就像用化学元素描述水一样，只能说清水的成分，无法说清水的全貌。太多人正在从细节上考察云，希望发现关键的技术进步到底在哪里。我认为，与其用显微镜考察云，不如结合商业和技术视角考察云。

想想雪山上的小溪，它们看起来非常的普通、非常的不起眼，但它们有机会在冰原汇聚，推动冰川沿着山谷向下滑动。原先在溪水里纹丝不动的大石头会被推到一边。冰川前进着，压迫着两岸，改变着山谷的地貌。但是，云冰川的移动速度与冰河时代的真冰川的不一样；云冰川在互联网时代移动，一周之内甚至一天之内就能完成真冰川需要很长时间才能完成的位移。不久，云冰川这个庞然大物将以远远大于真冰川的速度滑下山谷，而且势不可挡。

云的每个组件本身都是一条小溪，但是，它们正在汇聚成一种类似冰川的东西。如果你是商业计算机用户，依赖本地数据中心，那么你没有理由不接近云。如果你经营的是一家小企业，只有数台 PC 和一两台小型服务器，那么你更没理由不接近云，云能提供你需要的计算力，这样你就不用自建数据中心。不管怎样，时刻关注云的发展总是一种比较明智的做法，至少不要对云视而不见，直到被云“革命”掉。

让我们给埃里森的反对意见提供一个更为直接的答案。对于初学者来说，云是一场终端用户革命的继续，那场终端用户革命于 1983 ~ 1984 年爆发，最先是 MS-DOS PC 革命，后来是 Windows 和 Apple Macintosh 革命，现在是云革命。聚焦于大型数据中心，云的大部分支持者似乎都认为，云最神奇的地方就是数据中心的新能力。

新机器的灵魂：对等计算

回想一下 PC 革命，那场革命大大提高了台式机的计算能力。不久，PC 连上了自给自足的企业数据库里更强大的计算机，但是在这一过程中，PC 的潜力被埋没了。数据中心服务器与 PC 之间是主人与奴隶的关系，或者至多是主人与仆人的关系。在很多情况下，PC 的智能被弃而不用，PC 降到在业界被称作哑终端的地位。人们并不指望 PC 独立思考，认为 PC 只需听从命令，显示大型机（mainframe）或者其他大型服务器发送给它的结果。

当 PC 的能力继续稳定地提高时，PC 便出现了第二大弱点。PC 的设计聚焦于个体，这样设计有助于把一个 PC 与世界上的其他 PC 隔离开来。可以创建 PC 网络，把同一企业的员工或者伙伴企业的员工连到一起。但是，在 PC 网络中，PC 不能随心所欲地与外界联系，而是必须遵循所在系统和上级组织预先设定的路径。

进入互联网第一阶段，这一状况开始发生改变。网络遍布世界，PC 可以访问网络上强大的服务器，就是那些渴望与外界分享信息和内容的服务器。但是，用户想要获得这些好处，必须付出很大的代价。在很多情况下，加入蒂姆·伯斯纳－李（Tim Berners-Lee）的万维网（World Wide Web）意味着 PC 再次陷入主奴（master/slave）关系。早期的浏览器窗口也许能让终端用户了解北京的天气情况，甚至了解布拉格（Prague）最新的诗歌，但是建立连接后，PC 所能做的不过就是显示由互联网服务器发送的内容。服务器发给每个用户的内容都是一样的。互联网计算第一阶段倒退了一步，把 PC 降为奴隶、哑终端。

我们现在处于互联网第二阶段，在这个阶段，浏览器窗口偶尔会展现出智能火花。你给 PC 一些字节，PC 就给你一张机票、一首苹果乐园，或者一份来自亚马逊或 B&N. com 的稍微有些个性化的畅销书订单。浏览器窗口不再是个静态装置，其中运行着小程序，这些程序接受终端用户下达的任务，向服务器发送指令，最后返回结果。这有时

被称作互联网计算第二阶段或者 Web 2.0，在这个阶段，终端用户可以向互联网服务器提出更多的要求。

有了云，就进入互联网第三阶段，在这个阶段，如果终端用户需要的话，可以获得对另一端强大服务器的“程序控制权”。终端用户和另一端服务器之间变成了对等关系。

有了程序控制权，用户可以接近并更好地利用各种各样正在建造或者即将建造的强大的服务器。未来的互联网用户将不再仅仅能够填写表格，而且还能向服务器发送指令，告诉服务器自己想做什么、添加数据、在服务菜单上作出选择、操纵结果。未来的互联网用户甚至可以一边工作一边通过掌上电脑修改现有服务，向服务器发送一串自编的指令，告诉服务器要做什么。其中，没有人工介入给用户授权，告诉用户做什么，或者向用户解释需要遵守哪些限制。相反，用户只要多付一点费用就能获得更多的计算力。

确实，用户可以向云发送自建的工作负载，指导云何时以及如何运行那个工作负载。用户可以告诉云在哪里存储结果，如何保存应用以便下次运行。这样的终端用户今天就有了，但是，这样的终端用户仍然是相对老练的程序员，他们熟悉互联网上服务器的操作。但是，随着用户界面变得越来越高级，云与用户之间将出现一种新关系，那时，终端用户不需要多少预备知识就能行使控制权。清单列表、选择菜单、计算力调节拨号、服务器强度级别图——这些图形用户界面、这些让个人计算变得更强大的功臣，不久将从互联网服务器那里拿走更多的控制权，还给终端用户。

有了云计算，客户和服务器（其中有些服务器位于世界最强大的数据中心）之间的主奴关系就消失了，取而代之的是新的对等关系。这一权力转变将开启一个公众平等共享大型计算资源、强大的服务器听从远程终端用户命令的时代。在云中，普通终端用户是王，拥有多少领地、做多长时间的王，取决于他用信用卡支付了多少费用。

这个变化是埃里森以及其他在大型数据中心中只看到一些现成技术

的批评家所没有注意到的：云自助配置的一面和终端用户的程序控制权。下面以现实世界中的一件小事为例说明一下。

亚马逊网，除了是在线商店的佼佼者以外，也是云计算先驱。亚马逊网向外出租 EC2 数据中心里的基础设施，外人可以访问亚马逊 EC2 里的服务器，配置机器，给机器加上工作负载，在互联网上回收反馈信息。任何在亚马逊 EC2 上创建账户的人都能让 EC2 投入工作，实际上，刷一下信用卡，就能激活 EC2。

很多企业正在尝试亚马逊 EC2，想看看 EC2 是怎样工作的、能为企业做些什么。但是，它们没有把多少工作负载从本地转移到亚马逊 EC2 上。

再举一个例子。Eidetics 公司的药品研究人员彼得·谢斯－佛斯（Pieter Sheth-Voss），需要探索一个总人数为 860 万的患者数据库具有什么特征，以设计一个药物测试实验。如果用甲骨文的数据库系统做这件事，那么仅仅弄清患者数据库中的男女比例就要耗费一分半的时间，而他需要根据每个患者的多条信息探索患者数据库的数百个特征，要完成这一任务，他得算上好几天，然而他没有这么多的时间。

Eidetics 是一家专门从事新药品市场接受程度的调研公司，刚刚被另外一家同类公司 Quintiles 收购，而 Quintiles 对数据处理的要求非常严格。尽管谢斯－佛斯是 Eidetics 的资深研究总监，但是他对新公司并不熟悉，他没有和新公司的 IT 员工打过什么交道。谢斯－佛斯沮丧地发现，自己要花几个星期等待新公司分配一台数据库服务器。

于是，谢斯－佛斯转向亚马逊 EC2，那里已经装有他需要的数据库系统 Vertica，用户可以按小时付费以获得服务。谢斯－佛斯花了 15 分钟的时间准备研究计划和数据、发送给亚马逊，要求配置一套服务器。该工作于某天晚上 9 点钟开始，1 个小时之后结束。

在云的帮助下，谢斯－佛斯走出了困境，在最后期限之前完成了工作，他支付的费用对于很多企业来说简直就不算什么钱。这要是在过去，谢斯－佛斯根本不可能得到这个结果，因为他对别人强大的服务器

没有“程序控制权”。这样，昂贵的处理，比如分析客户购买模式或者数千个访客是如何在你的企业的网站上活动的，对于那些无法给自己的数据中心增加那么多处理能力的企业而言，突然变得触手可及了。

如果能够在云中找到既快捷又便宜的东西替代甲骨文，那么我们就有办法驳斥埃里森先生对云计算的贬低了。毕竟，他的公司在上一代计算上投入了很多，而上一代计算采取的策略是将应用打包，卖给企业，让企业在自己的数据中心运行这些应用。云计算丝毫没有沿用那一策略，实际上，云计算对甲骨文的业务是一大威胁。

就像此处给出的例子一样，如果一个计算机技能平平的研究人员能够利用云，那么很多其他人也能。从这个意义上说，始于27年前的那场PC革命，其未尽事业将由云这股强大的力量来完成。现在，是计算的终端用户在掌控资源、制定行动计划，PC和服务器之间的主奴关系消失了。计算机公民——也许应该叫网络公民——将获得管控新领域的权力。云革命将开创一个创新涌现、翻天覆地的时代。

这并非意味着终端用户的计算机将变得越来越强大，直到与数据中心的服务器级别对等。不错，终端用户的计算机将继续变得更加强大，但是不管怎么发展，数据中心的服务器总是要比终端用户的计算机强大。就像谷歌数据中心一样，云将容纳很多组服务器，其联合能力将让最大的大型机相形见绌。我们的目标不是让终端用户和数据中心的计算周期对等，而是建立对等关系，让小的能够指挥大的、温顺的能够控制强势的、一个没有什么社会地位的人通过一台微型掌上装置可以调用非常昂贵的服务器群集（如果用户擅长云计算，那么这一目标就会实现）。

这是云计算的核心。那些见证过Facebook用户对更多服务和更强计算力有强烈渴望的人，将为对等计算可能带来的大量新型服务兴奋不已。沙丘路上的风险资本家非常看好对等计算的前景，准备投入大量资金。

实际上，云计算带来了一个矛盾现象。云服务器群集将变得越来

越大，而终端用户装置将变得越来越小。将来的某一天，世界上最大的数据中心也许由一个能力不及被人遗忘很久的1983年版IBM PC的装置来控制，这样的装置也许还是掌上型的。但是，不管终端用户装置怎样退化，它们必须保持并加强对云资源的控制能力。

现在，让技术专家讨论一下云数据中心有什么要求，他们的讨论一定会比我的讨论更有水平。我们刚刚做的事情，就是颠覆那场争论。互联网服务器群集并不是云最重要的特征；云最重要的特征是实现终端用户和服务器之间的对等关系，这一特征是云的定义性特征，对企业影响最大。

如果情况确实如此，那么这个新机器似乎是具有灵魂的。自计算首次出现以来，人们就渴望终端用户和计算能力中心之间的关系是平等的，云的那一特征满足了这一渴望。新机器不是互联网数据中心各部件的加总。新机器的本质是亦真亦幻的资源无穷性——在任何用户看来，服务器周期都是无限的。

迄今为止，这扇门只开了一条缝，诸如埃里森之类的批评家没有看透云计算的本质一样。现在还处于非常初级的阶段，终端用户授权才刚刚起步。因此，eBay、Gmail、MySpace、Google Apps、Facebook 和 Office Live 都仅仅是云计算的早期产品，还非常粗糙。那些理解这一变化的人将抓住机遇、把门再推开一点。但是，毫无疑问的是，下一代和下下代的计算机用户将通过这扇大门。

云将提供处理周期，帮助人们实现希望、梦想和抱负。在处理周期以外，云还提供强大的服务，帮助人们完成在以前看来只有精英才能完成的壮举。在云中，用户活在“无穷”的错觉中。至少短期之内，这一错觉是真的。那些明白自己能够控制云、思考如何利用云的人，将是开创新时代的革命者，将是无所不在的数字文化的缔造者。

第二章
形状不定，弹性云

土生土长的美国人大都相信，来自灵界的生物会随意地在物界的生物间游荡。这些不速之客会在夜里从狼、熊或者乌鸦变身成游魂，在黎明时分又变回去，云很有这方面的特质。

云确实形状不定。云的数据中心，轮廓分明，仓库般大小，可以通过互联网访问，立有多个7英尺高的机架，机架里装着一排一排比萨盒形状的服务器。这样看来，云好像非常具体。但是，在单个终端用户看来，需要多少中央处理器（CPU）周期或内存，云中的服务器就能提供多少CPU周期或内存，一旦不需要那么多，云中的服务器就会马上收回多余的。用户的云机器随着用户的需求扩展，处理高峰一结束，云机器就收缩。也许，用户的云机器上一刻在数据中心的这边，下一刻又在数据中心的那边。终端用户手头的工作没有放慢，服务器的转换发生在终端用户意识不到的情况之下。云计算像棉花一样没有固定形状；它不像普通计算机，买的时候是什么形状，以后就一直是什么形状，相反，它具有弹性。

当需要计算资源为你服务，但是不知道具体需要多少的时候，云的

弹性对你而言就显得特别重要。

下面，举例说明一下弹性是如何起作用的。格雷格·泰勒（Greg Taylor）是索尼音乐娱乐（Sony Music Entertainment）的高级系统工程师。索尼音乐娱乐有个网站，上面有几千个唱片艺人和几百个个体艺人的在线商店，支持这个网站的计算基础设施就是由泰勒负责的。2009 年，泰勒觉得基础设施的监控系统和冗余容量已经够用了。例如，在迈克尔·杰克逊在线商店，泰勒可以同时处理 200 位顾客的购买交易请求和唱片评论。

2009 年 6 月 25 号，迈克尔·杰克逊突然去世。之后，迈克尔·杰克逊在线商店一下子涌进很多人，有的想购买唱片，有的仅仅是想和其他悲伤的歌迷聚一聚、发表一些评论。索尼音乐娱乐发现，迈克尔·杰克逊死讯公布之后的 24 小时里，有 100 多万人企图访问迈克尔·杰克逊的在线音乐商店。很多人想发表评论，但是却无法做到。服务器夜以继日地工作，尽管如此，还是有些想查询专辑细节的人没有查到相关信息，而且，很多想买唱片的人没买到唱片，因为访问量太大了，那个已经“高度数据库密集型站点”已经超载了。

像这种网站访问量突然暴增的例子还有很多。Twitter 广播网站曾经被用户的叽叽喳喳声淹没，速度奇慢无比；票务巨头 TicketMaster 的伦敦分站曾经因为访问量突然暴增，慢得像蜗牛一样。Election Day 曾经创下日访问量 1 510 万的纪录，这一纪录后来被雅虎打破，刷新为 1 640 万。

“对于那些想纪念迈克尔·杰克逊的人来说，我们的网站变成了追悼会会场。”四个月后，在接受采访时，泰勒回忆道。

索尼音乐娱乐首席经理告诉泰勒，公司的音乐网站因为拥堵而无法访问，想买东西的顾客迟迟等不到回应，这种情况是不可接受的。200 位个体艺人的电子商务网站既要忙着处理购买交易请求，又要忙着处理用户反馈，需要很多资源，在泰勒看来，这是一个不能用传统方法解决的大难题。所谓传统方法是指：添置更多服务器、网络带宽、存储设

备。如果泰勒采用了传统方法，那么所添置的昂贵的设备，大多数以后只能闲置在索尼自己的企业数据中心浪费掉。作为高级系统工程师的他到底会怎么做？

自那以后，泰勒重新设计了迈克尔·杰克逊的在线商店、AC/DC的在线商店以及其他当红艺人的网站，在必要的时候将流量分成两股：那些想买音乐产品（进行交易）的人和那些只是查询信息的人。申请交易的访客留在由索尼专用服务器托管的核心商店网站，而只想查询信息（比如，艺人及其专集的背景资料）的访客，则可以分流到云中的多租户（multitenant）服务器。除了索尼音乐以外，还有很多云客户在共用那些服务器，因此大大降低了音乐公司的成本。

泰勒选择的云服务器是亚马逊网络服务（Amazon Web Services）的EC2。将来，索尼把每个艺人的在线商店建成串联式，也就是一个电子商务网站加上一个信息服务网站，两者紧密相关又相互独立，前者在索尼专用服务器上，后者在EC2中。多亏云具有弹性，当电子商务网站开始超载，云服务器就会扩张，流量再多也不怕。

因为任何艺人的网站流量都设定了一个限度，超过这个限度，网站就会应付不了，所以新访客就会被分流到只读云网站。在那里，新访客至少可以查询信息、确认自己想买什么。根据亚马逊协议，云服务器按需缩放，每日可以应付350万～500万访客。出现很大的流量尖峰（spike）时，访客也许不能立即买到专集，但是绝不会因为得不到任何服务而生气地离开。

新的架构反映出世界正在变化，即在线活动和社交网络正在变得越来越重要。索尼管理层希望泰勒做好应对客户行为变化的准备。过去，当红歌星的死讯不会传得这么快，也不会导致这么多人在一个著名的音乐网站上倾泻悲伤、发表大量的评论。如果类似事件再次出现，一旦出现拥堵迹象，泰勒就能在云中再启动10台服务器。

这种弹性就是区分云计算和大型企业数据中心的东西之一。很多数据中心专门设计了弹性容量留给少数金牌用户（比如，网站已经超载

但是仍想购物的大客户）。在某些况下，IT 管理人员会启动更多服务器，以应对网站拥堵。通常情况下，信息查询的人还是有可能被怠慢的，甚至会迟迟得不到回应、生气地离开，然而，在云中，信息查询的人再也不会被怠慢，管理软件会迅速自动启动更多“虚拟机”（virtual machine），应对所有的客户。

如何建造弹性云中心

在第一章，我尽量不讨论多大的互联网数据中心才能算作云，因为工程师们会在这个话题上争论不休，并且把焦点放在终端用户上。现在，就让我们把焦点放在终端用户上，试着指出获得新权限的终端用户可以利用云数据中心做些什么。

在我写这部分内容的时候，也就是 2009 年 10 月，亚马逊网本身已有 15 年历史，但是亚马逊网络服务的 EC2 仅仅运行了 3 年。第一年，EC2 作为通用（generally available）[①]资源运行着，接下来的两年，EC2 作为贝塔设施或者测试（beta or experimental）[②]设施运行着。

现在，亚马逊提供三种大小的服务器供用户选择，小型、大型和超大型。此外，亚马逊投放了两种计算周期密集型（compute-cycle-intensive）服务器，这两种服务器，程序中的每一步可以进行很多个算术计算，是专门为 CPU 或处理器使用需求高于平均水平的应用设计的。

选好了服务器的大小，你还是可以根据想要的工作节奏通过激活或者释放更多服务器增加或者减少容量。亚马逊网络服务提供云监控（CloudWatch）服务，你指定监控哪些服务器的运行状况，该服务就会收集哪些服务器的运行状况统计值并呈现给你（按小时收费）。订购云监控服务，就可获赠自动缩放（Auto Scaling）服务，该服务根据云监

---

① 进入该阶段的项目，应该比较稳定，基本功能都已经实现，可以给用户使用。——译者注

② 进入该阶段的项目，已有了很大的改进，消除了严重的错误，但还是存在着一些缺陷，需要经过大规模的发布测试来进一步消除。——译者注

控提供的响应时信息自动增加或者减少服务器。如果你不想让网站访客的最长等候时间超过 1.5 秒，那么自动缩放服务会自动调节服务器数目，保证这一响应时。

亚马逊提供的另外一项服务是弹性负载均衡（Elastic Load Balancing），在客户操作的各台服务器间分配进来的应用流量。这一服务既分配负载，又检测运行不佳的服务器，并且会围绕这样的服务器重新分配负载，直到服务器重新达到最佳运行状态为止。弹性负载均衡服务的收费分为两项，一项按小时收费，每小时 2.5 美分；另外一项按流量收费，负载均衡器每传输千兆数据 0.8 美分，也就是万兆数据 8 美分。一万兆数据有很多，相当于 100 码厚的书包含的数据。

云监控、自动缩放和弹性负载均衡最可能在什么时候用到呢？答案是，在托管网站流量无法预测的时候。如果网站点击率小的时候只有几百，多的时候有上万甚至几十万，那么要想均衡负载，网站所有者可以自己召集更多 EC2 服务器，或者使用 EC2 管理服务（比如 RightScale），来监控供需状况，完成缩放任务。这一弹性，价格公道；带有自动缩放的云监控，每台 EC2 服务器每小时收费 1.5 美分。

其他云供应商（cloud provider）提供类似的弹性服务。伊利诺伊州诺尔莫市有家网站设计公司 Cybernautic，其 CEO 乍得·帕克（Chad Parker）接到了一项任务，为周日晚上热播电视节目《彻底改变之家庭再造》（*Extreme Makeover: Home Edition*）建造网站。节目展即将在伊利诺伊州费洛市附近举办，帕克知道节目展这次对计算资源的需求量比平常大。

《彻底改变》每周到一个不同的地方，选取一个家庭，拆掉他们的房子，然后为他们建造一座新房子，参与拆房与建房的有那家人的朋友和邻居、当地的建筑商、数百个志愿者、路人以及其他闲杂人等。到该节目于周日晚上播出之时，已经有数千人参与其制作。帕克知道，他将面临很多无法预计的流量。

帕克只有一周的时间建造网站并让其投入运行，网站要能显示文

本、图片和视频，而且还要不断更新。另外，这一多媒体网站还要承受很大的流量尖峰。当一些小事件（比如房屋奠基）在观众间引起强烈反响时，流量就会突然暴增。

帕克问《彻底改变》的监制人康拉德·里基茨（Conrad Ricketts）预计有多少流量，里基茨说，以前为这个节目建造的网站后来都崩溃了，因为流量一波比一波高。在费洛那期节目播出之后的第四天，接受《信息周刊》采访时，帕克回忆道："里基茨告诉我，'你做好为网络管理员不限量供应啤酒和比萨的准备吧！'"网络管理员的工作就是每次在网站崩溃后重启网站，里基茨的意思是说，预计网络管理员很长一段时期都别想休息了。

帕克得出结论：如果他在公司现有服务器上托管节目网站，那么节目流量将导致其他客户的200个网站崩溃。他绝不愿意这种事情发生，于是他选择将《彻底改变》的网站建在Rackspace云中，客户想要多少硬件、网络和存储，这一服务就能提供多少，不管工作负载波动多么剧烈。

与帕克的预计恰恰相反，在节目于2009年10月25日播出之前，网站就遭遇了大波大波的流量。帕克说，他知道他还没有做好独立应对那些尖峰的准备。布卢明顿市和香槟市的报纸刊登了文章，介绍这一节目以及当事家庭所获得的好处，吸引了一批又一批好奇的访客。节目的一名粉丝在Facebook上开辟了一名粉丝专页，一夜之间又吸引了12 600名粉丝，其中大部分人似乎想在一天之内数次访问《彻底改变》的网站。帕克及其他员工一直忙着张贴有关节目的新闻、图片和报道，每天更新网站多达五六十次。

不久以后，好莱坞娱乐博客也报道了即将播出的费洛节目，带来了更多的流量。网站访客在Twitter上传播最新消息。距离节目播出还有很长一段时间，流量就暴增到超出了帕克的最高预期。

在24小时内，网站接待了41 466名访客，每名访客平均在网站上逗留6分钟，平均下载4页视图，总共下载168 873页视图。接到这个项目时，帕克曾经打算依靠一台专用服务器托管网站。在需求高峰时

段，Rackspace 云的总经理埃米尔·萨伊（Emil Sayegh）能够安排几十台服务器（最多 100 台）给某个出现拥堵迹象的网站，因为有控制台自动监控着云中所有网站的总流量，保证任何时候都有稳定的冗余容量。当《彻底改变》耗掉那一冗余容量时，Rackspace 就会启动更多服务器，让供应量永远稍微高于需求量。需求突然增加，弹性云就立即扩张满足需求。

令帕克吃惊的是，节目于周日晚上播出期间，流量保持平稳，节目播出之后，流量迅速下降。流量高峰之所以出现在节目播出之前，是因为节目的当事家庭、他们的朋友和邻居以及那些兴致勃勃的路人在预测节目会爆什么料，并且想成为第一个知道结果的人。

帕克说，因为那次经历，Cybernautic 决定放弃其现有的计算形式，从服务供应商那里租用服务器，把其客户的 200 个网站都移到多租户 Rackspace 云中，在那里，客户共用服务器，但是总有足够的容量可用。

“我不再为是否需要添置服务器而操心，云会自动地改变大小，满足我的需求。”帕克说。

像帕克这样用过云的人之所以兴奋不已，很大程度上是因为理解了云的弹性，也就是云能够改变大小，满足几乎任何一种业务的需求。有一种方法可以让企业数据中心具有弹性，那就是购置超过实际需求量的服务器。这一方法非常昂贵。有了云，大企业能做的一切事情，诸如 Cybernautic 之类的小企业突然也能做了。因此，最好的方法是，你可以租用，用多少就租多少，而不是购置很多服务器，让大部分服务器偶尔工作一次，其他大部分时间闲置着。

在亚马逊 EC2，运行一台 Linux 服务器，每小时收费 8.5 美分，运行一台 Windows 服务器，每小时收费 12 美分；在 Rackspace 云，运行一台 Linux 服务器，每小时收费 1.5 美分，负载均衡、自动缩放等服务另外计费。总之，同大部分经济型企业数据中心的运营费用相比，云的价格和它一样低甚至更低。云具有内在的规模经济效益，因此能够动

态适应终端用户（大企业和小企业）的需求，而且费用低廉。

云数据中心的成本

为了给 Azure 云以及其他在线服务提供计算力，微软正在建造六个数据中心，其中，两个在北美（芝加哥、得克萨斯州的圣安东尼奥市），两个在欧洲（爱尔兰的都柏林，另一个地点尚未确定），两个在亚洲（中国香港、新加坡）。每个地区的两个数据中心连在一起，可能还设计成互为备份，这一做法在云供应商当中很常见。实际上，人们认为，谷歌在全球至少建造了 12 个数据中心以及其他各种各样的支持设施。只有谷歌自己知道这些数据中心相互支持到什么程度，但是按照设计，全球各地的用户好像不论什么时间都可使用谷歌搜索引擎。

建造成对备份网站，是早期云计算供应商投入大量资金以期走在行业前列的一个表现。一份提到微软云中心建造许可的公文说，其中两个云中心耗资 10 亿美元。根据摩尔定律（Moore's law，计算机芯片的性能每两年提高一倍），云中心的建造费用将持续降低。确实，云计算，因为采用集装箱数据中心形式，所以成本大大降低。所谓采用集装箱数据中心形式是指，像前面提到的微软最新数据库那样，20 英尺或者 40 英尺船运集装箱卸到某个地方，作为整体插上电源，2 000 ~ 2 500 台计算机一起启动，投入运营。

亚马逊也没闲着，它正在沿着俄勒冈州博德曼市的哥伦比亚河建造一个云数据中心群，但是，因为经济不景气，2009 年，该云数据中心群暂停施工。亚马逊之所以选择那个地点是因为可以从附近的水电厂按批发价购买电力。设施占地 117 000 平方英尺，周围是 8 英尺高、顶部有刺的铁丝网栅栏，估计装上设备以后，成本将达到 1 亿美元。亚马逊计划再建造两个这样的云数据中心群。

此外，云供应商 Terremark 在弗吉尼亚州卡尔佩珀市建造了一个网络化数据中心，保障政府的使用。该数据中心建在一道 12 英尺高的防弹墙后面，装有250 个运动感应摄像头，前门有警卫。该数据中心造价 2.5 亿美元。

近几年，云计算供应商拉开了竞争序幕，微软的收费为一台小型 Windows 服务器每小时 12.5 美分，亚马逊网络服务的收费为每小时 12 美分。这个价位看起来并不合理，太低了，而且还会变得更低。到底能低到什么程度？计算机运行所耗电费再加上一点儿费用，比如，每小时 1 美分，甚至零点几美分。

很多企业将看到云数据中心的好处，变成云用户，但是，这样做的时候，企业将尽量避免被某个供应商的专有服务模式锁定。

如果需要更多资源，云就很有可能召集更多资源。让大量冗余设施长期闲置，等待不知多久才会出现一次的尖峰，这种做法对于云供应商来说，非常昂贵。但是，云不需要这样做，因为它是多租户设施，也就是很多客户使用同一服务器，在有些情况下，是同一软件。云管理人员凭知识和经验猜测维持多大冗余容量是安全的，他们先进的负载均衡系统可以预测需求，增加更多服务器，直接提高计算力，同时将工作负载转移到未充分使用的服务器上，间接提高计算力。

云运营经理估计安全冗余容量，依据的是分析服务器日志和管理系统监控记录之后得出的服务器总工作负载历史模式。管理人员还希望，不要每个云客户都同时出现大尖峰。不可否认的是，大部分客户同时出现大尖峰的可能性确实很小。在单个终端用户看来，服务器容量可以无限扩展，这在某种程度上是个错觉。与实体服务器一样，任何一个云中心，可以应对的大尖峰数量是有限的。但是，客户有成千上万，云供应商又有多大的可能碰到大部分客户同时出现需求暴涨的情况呢？

在正常运营过程中，多客户尖峰的情况很少出现，而且，幸运的是，如果客户的业务构成模式各不相同，那么尖峰很少会成群出现。云监控系统会亮警旗、发警报或鸣警笛；自动系统背后有个管理控制台，是由人管理的。然而，云自有的监控系统能够预测需求，并且根据需要迅速启动更多“虚拟机”。在云中做计算，诸如 Cybernautic 之类的企业可以迅速发展网站业务，不用雇用大量的 IT 员工，也不用耗费巨资过度建造一个有着边缘冗余容量的数据中心。与此同时，大型企业可以把费事但不重要的工作从自己的数据中心转移到云中，降低对自己数据中心容量的要求。

云计算与以前的计算形式是不同的

我们到目前为止所讲的东西，大部分也适用于较老的、专门的计算形式。IBM 大型机往往设有冗余容量，可以轻松搞定超大工作负载。例如，大型机组 IBM Sysplex 就是这样的。

很多大学，包括康奈尔大学（University of Cornell）、伊利诺伊州大学乌尔班纳－香槟分校（University of Illinois at Urbana-Champaign）、得克萨斯大学奥斯丁分校（University of Texas at Austin），用小型机组建造过超级计算机。美国能源部（Department of Energy）建造过很多超级计算机。美国国家航空和航天管理局（NASA）、美国国家海洋和大气管理局（NOAA）及美国国家实验室（National Laboratories）也携手行业领军者建造过高性能计算机组，用于科研目的。这些超级计算机也可自动视作云的一部分吗？

不，它们不能，至少现在还不能。云计算有一层言外之意，指一种商业模式，也就是，任何用户都可以以低廉的小时费率按需获取弹性资源，不需要特别的资格认证。刚刚列举的例子，原先都只是给少数金牌用户使用的。现在，云让弹性服务成了平价商品，任何一类企业（不论大小）都可获得。云模式对数据中心的架构有特别的要求：既

能迅速扩展，又能让投入其中的资源产生较高的效益成本比。用可靠度高、成本低的部件在网络上建造云数据中心，似乎是一项特殊技能，不是谁都能掌握。

在那场 PC 革命中，为了生存下去，Intel、AMD 以及其他几家芯片供应商必须掌握低成本生产微处理器的技术，还要保证生产过程重复几百万次仍然具有很高可靠度。这些制造商推出的设计、性能起初都不怎么样，随后迅速提升了。“20 世纪 90 年代早期，微处理器性能不断提升，成为一种趋势。”IBM 研究人员格雷戈里·菲斯特（Gregory Pfister）在 1995 年的著作《寻找群集》（*In Search of Clusters*）中总结当时的趋势时曾这样说道。

云数据中心的建筑材料，本质上是 PC 部件，有内存、微处理器和硬盘，已经实现了产量以百万计的大规模生产，因此成本变得非常低廉，而且经过残酷的竞争，残次品出现率较高的企业都被淘汰了，这些东西已经变得非常完美了。台式或者笔记本式微处理器本身并没有什么了不起的，但是微处理器结合成 4、6 或 8 个 CPU 服务器，然后几千个这样的服务器在云数据中心集结成群，就生成了一种新的计算资源，该计算资源，既能提供标准性能，又能提供超高性能，而且因为造价低廉，所以价格便宜。这些单微处理器称作 x86 芯片，生产规模非常大，超过了 IBM 大型机或者大型 Unix 服务器使用的任何高端处理器的生产规模。

不用 x86 部件，也是可以建造大型计算机或者计算机群集的。例如，惠普（HP）的 Superdome 和太阳微系统的 UltraSPARC 10000 Starfire 是用高端服务器处理器建造的，处理器的每个 CPU 都有很强的处理能力，但是与用 x86 部件建造的云中心不一样的是，它们不具有规模经济效益。眼下没有哪个云是用高端 CPU 建造的。尽管没有明确写入定义，但是云计算的言外之意就是，把大规模生产部件组装成计算机群集，实现规模经济效益。

云计算是群集计算的一个形式，到目前为止，只有少数几家企业知

道如何建造供一般公众使用的巨型群集。这些企业包括亚马逊网络服务、谷歌应用引擎、微软 Azure 云、Rackspace 云、太阳微系统（现在成了甲骨文的一部分）、IBM、雅虎、eBay 和 Facebook。其他大型互联网企业也用 x86 部件建造过大型数据中心，但是到目前为止，它们用 x86 部件建造的大型数据中心，不像云数据中心那样，可以让公众按需用于通用目的。

云市场有道高高的门槛

既然云计算前景诱人、造价便宜，那么为什么云供应商只有那么几家呢？

新的云计算时代，核心在于建造群集，目前还处于摸索阶段的技术。建造群集，就是把两台或两台以上的服务器绑定在一起，以利用其联合能力。群集里的每台计算机都通过一个群集接口（称作群集网络）与其他所有计算机相连，因为它也许需要其他计算机的处理结果。这听起来简单，但是几年前，在一次受访谈中，格雷戈里·菲斯特告诉我，建造群集，并没清晰的蓝图可参考，就像回到中世纪，拿着一张粗糙的世界地图，沿着已知路线走过一段距离，不知道接下来要怎么走，这时看到一个牌子，上面写着“这里有龙”（hic sunt dracones）[1]一样。

如果每台计算机都需要与其他计算机相连，那就需要追踪每个节点在做什么以及数据在哪里，这会产生大量的监控费用。一旦建立连接，群集建造者就只需提供群集管理软件，用于决定如何分配、追踪群集中每个节点的工作，使之保持同步，并且预测每个节点接下来应该做什么。如果一个节点改变了数据，那么其他每个节点必须能够在继续处理这一数据之前发现那一变化，以免丧失数据的完整性。这一切活

① 这个短语是来指示危险的地方或者未开发的领地。——译者注

动都是有代价的，它会增加完成任务所需的处理总量。 群集越大，群集的监控费用就越高。

云数据中心克服了建造大型群集的障碍。 添加的服务器越多，群集的处理能力越强。 服务器群集的处理能力小于各台服务器的处理能力之和，因为每台服务器也许要牺牲 10% ~ 15% 的处理能力用于监控。 但是每增加一台服务器，该服务器的大部分处理能力会添加到群集的联合处理能力中。 要想做到“节点数目增至数千，群集处理能力还会随着节点的增加而增加”，需要使用很多设计技巧。 谷歌、亚马逊网、微软、IBM、Rackspace 以及其他供应商似乎已经掌握了为公共云建造群集的技术。

在 1995 年的著作中，菲斯特富有远见地总结道：“将多个微处理器绑在一起，只要大小合适，其整体性能就等价于大型机，而且价格还会便宜一些。 突然，我们有了一种方法，通过大数量获得高性能。 这种方法造出来的机器，运算速度超过了最大、最高级的计算机。”

如果云计算（即小群集）容易建造，那么硅谷就会有很多人半夜在地下室建造。 很快，想要建造云计算的人就会看到“这里有龙”的牌子，面对“服务器数目增加，群集性能反而下降”这一问题一筹莫展。

如果今天的云供应商避开了那个陷阱，那么它们的群集会建到多大？ 雅虎在有着 4 000 台计算机的数个群集上运行一个云软件，该软件叫做 Hadoop，是一个数据分析系统。 但是，关键问题将不再是单个群集的大小。 未来的云供应商将在全球建造一系列数据中心，让数据中心结成一对一对，互相辅助，也许一个数据中心在一天之内的前 12 小时工作、后 12 小时休息，另外一个数据中心在一天之内的前 12 小时休息、后 12 小时工作。

我前面估计过，谷歌在其全球 12 个数据中心和辅助处理设施中运行着 500 000 ~ 600 000 台服务器（除了谷歌自己，谁都不知道确切的数字），并且计划增加到 100 万台甚至更多（在我写本部分内容的时候，消息灵通的服务器和软件供应商之间流传着一个报告，该报告说，

2009 年谷歌的服务器已经突破了 100 万台大关，尽管谷歌并没证实这一说法）。将来的某一天，服务器的数目将变得无关紧要，真正重要的是这么多台计算机能够以多高的效率夜以继日地运行，以满足庞大的用户需求，并且不会因为自身的运行故障或者外界的自然灾难而崩溃。也许有那么一天，用户注意不到正在使用的巨型群集出现了故障，因为与该群集相连的其他群集可以接管该群集的工作负载，这只会对总体用户响应时间产生轻微的影响。

然而，单个群集已经发展到了很大的规模。群集龙已经被杀死了，或者至少被安抚下来、失了戾气。添加了新的管理层，只需几个人手就能运行整个群集，这对规模经济效益作出了很大的贡献。如果群集可以无限扩展，那么接下来要探索的问题就是，这样的大型设施可能提供什么样的客户服务。

以谷歌云为例：云如何不停地运行

我们已经注意到，云的很多特点让云能够缩放自如，但是，让我们粗略地看一下云的底层架构，弄清云是如何不断扩展容量的。谷歌粗略地介绍过云的施工过程。

先说服务器。谷歌并没从主要供应商那里购买现成的 x86 硬件，尽管有十几个类型可选。相反，谷歌用标准 x86 部件建造自己的服务器。这也许是因为谷歌想在自己运行的多个服务器当中找到一个特别的成本/收益比。如果某服务器设计将重复使用几千次，那么这一设计必须尽可能降低成本。企业数据中心倾向于以不同的方式对待这一问题。很多企业购买通过内置冗余部件实现高可靠性的服务器，这样元件出现故障就不会让服务器崩溃。谷歌的服务器舍弃了硬件冗余设计（比如，两个风扇、备份电源），为每个易坏元件设计一个备份可以让服务器运行得更久。硬件冗余设计会增加服务器的成本，在谷歌数据中心，服务器有几千台，总成本的增加量非常之大。

谷歌服务器有、其他服务器没有的，不过是一个附着在电源上的铅酸蓄电池，有了这个铅酸蓄电池，服务器相当于有了一个生命保障系统，这样当电源部件出现故障时，服务器可以维持一段较短的时间。我估计，在这段较短的时间里，谷歌的运营经理会收到警报，出现故障的服务器很快会被确认，上面的工作负载在铅酸蓄电池耗完之前被转移到别处。我只是估计，并不确定，这一切都是自动发生的。某处的某人注意到服务器运行中断。在一次常规维护扫描期间，很多时候电源部件被替换，服务器恢复运行，或者如果服务器到了一定年限，也许整台服务器都会被换掉。

谷歌官员谈论过，在对这样的元件故障有所预期的情况下，他们是如何设计数据中心的。对于家用计算机用户来说，这样的故障并不频繁，但是，当数万台服务器一起工作时，这样的故障就会经常出现。磁盘驱动器出现故障、电源出现故障、网卡出现故障、其他元件失灵……服务器就会慢慢停止工作。

谷歌高级工程副总裁乌尔斯・赫泽尔（Urs Holzle）和谷歌杰出工程师路易斯・巴罗佐（Luiz Barroso）写过一篇文章介绍云数据中心。他们说："一个跨越数千台机器运行的应用（比如搜索引擎），也许需要每隔一小时响应一次故障状况。"赫泽尔和巴罗佐指出了云计算的重要特点：云计算实现了规模经济效益，能继续同时为很多用户提供服务，因为云计算是用软件而不是人力实施管理的，它是通过软件而非硬件实现容错（fault tolerance）的。

例如，谷歌在设计其搜索引擎的运行时，预计到了群集里的一个或者多个单节点会出现故障。谷歌没有将容错性建在硬件中，而是把容错责任上移至管理群集的软件。软件会绕过故障元件，把故障元件未完成的工作交给云中的完好元件去完成，这样，云数据中心就具有容错功能，或者说，能够应对任何单元件的故障了。

通过硬件实现容错功能是非常昂贵的。谷歌使用最便宜的高可靠性部件，容错故障。尽管企业数据中心会花大价钱以保证所购硬件的

可靠性，但是，为了不让关键业务系统崩溃，这样做是值得的。 通过软件实现容错功能，添加服务器硬件就变得非常容易（不需要提前准备什么）。 万一服务器在正常使用的年限早期出现故障，那群集也可以自如应对。

这里还有一个更具体的例子。 最近，雅虎在一个云式数据库系统中通过软件实现了容错功能。 Hadoop 就运行在一个最多支持 4 000 台服务器同时运行，但总共有 25 000 服务器的群集上。 Hadoop 将来自每个网上活动站点的数据进行分类。 没有 Hadoop，对网站检索的一次完整搜索结果进行分类，需要耗费很长时间，长到任务还未完成，网络上就已经出现了新站点。 有了 Hadoop，网络索引工作 73 小时之内就可完成，所以雅虎网络搜索只比网络的实际状态落后 3 天。

谷歌、亚马逊以及现在的雅虎，在筹建内部云数据中心即私有云（private cloud）的时候，都采取了来自互联网的设计原则。 美国国防部希望创建一个能够抵抗核攻击的网络，于是通过下级单位国防高级研究计划局（Defense Advanced Research Projects Agency，简称 DARPA）成立了一个项目——ARPAnet，该项目导致了互联网的诞生。 当某个网段的路由器没有工作，相连网段的路由器就会检测出来，自动绕过那个路由器。 同样，当云数据中心的某台服务器出现故障，管理软件就会绕过这台服务器，将上面的工作负载转移给其他服务器，并且不再给这台服务器发送任何工作负载，直到这台服务器被修好为止。

过去，用便宜部件建造容错数据中心曾是一种矛盾的做法。 曾经，腾德姆计算机公司（Tandem Computers）实现了容错功能，但是只能让同样的计算机并肩运行做同样的工作，这样，一台计算机出现故障就不会对业务造成影响。 现在，容错是弹性背后的秘密之一。 如果添加硬件变成一个操作简单、成本低廉的任务，那就可以按需添加硬件。在云数据中心，故障是无法避免的，而且会经常出现。 故障管理常规化，云数据中心就能持续不断地运行。 这是一个核心原则。 在威斯康星大学麦迪逊分校（University of Wisconsin，Madison），赫泽尔和巴罗

佐一起做了一个有关计算机架构的报告，报告名为《一个数据中心就是一台计算机：如何设计仓库般大小的机器》（*The Data Center as a Computer*：*An Introduction to the Design of Warehouse-Scale Machines*）。赫泽尔和巴罗佐在该报告中提出了该核心原则。

再举一个例子。正如上面所指出的那样，大型群集需要通过互联将群集里的所有机器连在一起，很多人奇怪谷歌仓库般大小的机器是怎样实现这一点的，有人猜测谷歌使用了速度最快的互联。然而，高速互联也是最贵的办法，违反了云数据中心必须用可靠但便宜的部件建造的这个原则。无限带宽网络每秒可以传输40兆数据，高端以太网每秒可以传输10兆数据。我认为这些可以作为谷歌互联阵列（interconnect fabric）的替代品。

赫泽尔和巴罗佐认为不可能是这样的。无限带宽的成本是每个端口另加500～1 000美元。大规模以太网的数据传输速度是每秒10兆，但是成本也很高，每台服务器几百美元。另外一个选择是，用商用以太网交换机构成的低成本阵列。我不知道谷歌群集交换机阵列的品牌和容量，但是我知道以太网交换机的行情，比方说，一个高度可靠的1千兆以太网交换机，成本是148美元。

互联，像服务器本身一样，是用久经考验的、大规模生产的部件建造的。弹性与这一规模经济效益有关。如果没有掌握建造大型服务器群集的技术，那么你将很难提供“弹性”服务。记住，你必须在云商业模式里提供“弹性”服务，也就是必须做到价格低廉。低到什么地步呢？竞争对手能把价格降低到什么地步，你就要把价格降低到什么地步。这很难取舍。在云中，弹性不可避免地与规模经济效益联系在一起。

用类似部件建造简单的计算机，就能用更少的人手管理更多的计算机。一个管理界面和一层系统管理软件可以覆盖很多台计算机，以监控哪些计算机在正常运转、哪些计算机显示出过热减速迹象，或者哪些计算机出现了运行不良的部件。

云数据中心是一种特别的群集，与我们以往见过的任何一种群集都不同。用户可以以非常低廉的价格获得云数据中心里的资源，这就是云计算让人兴奋的地方之一。

然而，我们还没有触及赋予云以弹性的关键，那就是虚拟化（virtualization）。虚拟化的影响很大，我将在下一章专门讨论。因为云具有弹性，所以我们感觉就像连上了无穷的资源，不管工作要求有多高，云都能应对。这是云计算的一个显著特点。

云计算很多令人兴奋之处都与弹性有关。如果我们能够处理想要处理的任何东西，那么我们想处理什么呢？云用户，不管是个人用户还是企业用户，正在面临一个新机遇。多种技术会聚的产物，在形式上逐渐演变，在范围上越来越具革命性。批评家经常说，云里没有任何新东西。我怀疑，有些批评家也会说，印刷机里没有任何新东西。

云计算里的各项技术，单独来看都很普通，都在别处用过。但是，云计算整合这些技术制造出来的规模经济效益和终端用户服务，是非常新的。一位分析家说，每个人都为云数据中心的大小（8 个足球场那么大）着迷。但是，有些观察家感兴趣的是，终端用户可以利用这一资源做什么。在数据中心“呼呼”的风扇声和“吱嘎”的磁盘声中，我不断地听到 PC 革命的回声。在云中，我们可以做我们想做的任何事情，这也许仅仅是个错觉，但是，云会让这一错觉保持至遥远的未来。

第三章
虚拟化，改变一切

整个自然界的动物，如果碰到挑战情境，就会竖起毛发，通常情况下用四肢行走的动物还会直立起来，挥动前爪。 这是进化的老把戏：让自己看起来比实际大，也许对手、捕猎者或者其他形式的威胁者就会走开。

我已经提到过，云数据中心给人一种能力无穷的错觉。 有很多方法可以实现“比实际大”的效果，但是，当云碰到挑战情境时，是虚拟化在调节服务器，让服务器看起来比实际大。

云之所以能够实现规模经济效益、弹性运行、终端用户远程顺利访问，不仅仅是因为用 PC 部件建造大型数据中心、使用网络服务标准或者能够自动均衡负载，而且主要是因为虚拟化。

云的定义没有（我第一章给出的定义也没有）要求云数据中心的服务器要虚拟化。 但是，长期来看，没有虚拟化，公共、多租户云就没有竞争优势。 云计算的佼佼者，亚马逊网络服务的 EC2，依赖虚拟化。 在 EC2 当中运行的工作负载，是以亚马逊版本的开源 Xen 虚拟机为基础的。 但是，什么是虚拟化呢？

虚拟化最简单的形式就是，通过软件在一台物理服务器上模拟出几套具有完整硬件系统功能的计算机系统，这些计算机系统共享物理服务器上的硬件资源，独立运行，互不侵犯。很多品牌、很多种类的计算机可以实现这样的虚拟化，IBM 大型机是第一个。IBM 发明了虚拟化的概念，但是虚拟化对 x86 影响最大，x86 是用 Intel 和 AMD 芯片大规模生产出来的一款非常流行的微处理器。Intel 和 AMD 芯片随处可见，重量较轻的上网本里、笔记本里、台式机里都有，强大的数据中心里也有。这些计算机通常用 Windows、Linux、Solaris for x86 或者 Netware 做操作系统。

虚拟化在计算机容量迅速扩展的同时迅速提高着计算机的生产率。实际上，虚拟化是用 PC 部件建造的服务器成为通用云数据中心（比如 EC2）的基础，因为通过虚拟化，云服务可以把很多用户置于同一台机器，不用担心用户互相干扰或者看到彼此的数据。虚拟机的监督者是超级监督者（hypervisor），它会自动协调虚拟机间的硬件需求冲突。

每台服务器上的几台虚拟机共用一个超级监督者。首先，人工系统管理员分配服务器的硬件资源，每台虚拟机分到一部分内存、CPU 周期、网络带宽和磁盘存储；然后，超级监督者根据以上硬件资源分配结果，协调资源需求冲突。运行多台虚拟机的计算机一般称作宿主机（host），相对的，虚拟机本身一般称作客户机（guest）。宿主机有个操作系统，比如 Linux 或者 Windows Server，每台客户机也有各自的操作系统。这乍看起来很乱，但是却行得通。就运行商业应用的能力而言，每台虚拟机就像一台物理机，而且，每台服务器运行 10 个应用与每台服务器运行 1 个应用相比，只有很小的性能损耗。

虚拟化是赋予云以弹性的关键技术之一，通过虚拟化，一个用户可以获得很多服务器的支持，反之，很多用户也可以获得同一服务器的支持。计算机的核心 CPU，由四个核构成，每个核本身就是一个完整的微处理器，四个核一起占用服务器中心的一个微处理器插槽。市场上的 CPU 大都是由 Intel 或 AMD 提供的。制造商孜孜不倦地提高核的数

目，6 核 CPU 已经出现，8 核的和 12 核的不久就会出现，更多核的 CPU 也指日可待。

VMware 公司是虚拟化的市场领袖。 2009 年年底，我问 VMware 公司台式机营销副总裁帕特里克·哈尔（Patrick Harr）：“如果每个活跃终端用户都使用自己的虚拟机，那么一个核可以支持多少个活跃终端用户？”他说：“最新的一代 Inter 处理器，名为 Nehalem（Xeon 5500），可以支持 16 个，ADM 最新的 Opteron 芯片，也可以支持 16 个。 一台典型的低成本服务器有两个 CPU，每个 CPU 有 4 个核，总共有 8 个核。 这样一台机器可以支持 128 个终端用户，每个终端用户占用一台独立的虚拟机，使用网络上的内存、CPU 周期、磁盘驱动器和输入/输出装置（input/output，简称 I/O）。”

低成本服务器另外一种典型的结构是，4 个 CPU 占用 4 个插槽，每个 CPU 包含 4 个核。 计算一下可知，这样的服务器，有 16 个核，能够支持 256 个终端用户，每个用户占用一台虚拟机。 这些不是高端服务器，而是相当初级的积木式服务器，就像我们在第二章描述过的那些服务器。 这些初级服务器可能配备很多内存、输入/输出装置以及把网络和数据从计算机移上移下的网络接口装置，以支持很多用户，最终把它们划入不同于“商用”的一类。 但是在其他方面，它们类似于市场上最经济有效的硬件设计。

谷歌先于其他云供应商弄清了如何建造这种最普通的云服务器，并着手生产自己的云服务器。 在过去的两年里，戴尔表示愿意满足云建造商的需求，而且，戴尔看似理解云建造商有什么特殊需求。

在某种程度上，CPU 核数急剧增长，让传统数据中心吃了一惊。 多年以来，企业数据中心往往围绕“一台服务器一个应用”的原则来进行组建，以便于管理，避免应用冲突。 如果坚持这一原则，那么很多核就会闲置，因为只用一两个核就能满足应用的需求。 AMD 说，它将于 2012 年生产 16 核的 Opteron 芯片。 那么多核都用起来，可以做什么呢？

虚拟化的超级监督者喜欢多核，因为多核服务器单位时间内能够提供更多的 CPU 周期。云中的宿主机托管的虚拟机越来越多，需要的 CPU 周期也越来越多。多核服务器与多用户云非常相配，简直是天造地设的一对。虚拟机在云中运行，随着服务器硬件不断更新换代，便宜硬件现在可以运行的虚拟机数是以前的两倍，这是一个巨大的进步，而且，这一进步似乎还在加速。

芯片上的电路在继续变小，Intel 已经开始生产电路只有 32 纳米厚的芯片，电路越薄，处理速度越快。时钟频率也许不像以前那样高，但是核数增加带来的处理器速度变快弥补并超过了时钟频率变低造成的处理速度变慢。最新一代的 Intel x86 服务器继续同时在每个核上运行两个程序——也就是，执行两列相互独立的指令，这个设计窍门以前专门用在服务器芯片上，没有用在为“个人计算”生产的芯片上。这是虚拟化在 x86 架构上茁壮成长的另外一个原因。虚拟化加上 x86 造就了云无与伦比的规模经济效益，掌握了这两门技术就能建造云。

但是，需要指出的一点是，我与哈尔的讨论，关注的是个人终端用户以及个人终端用户对虚拟机的需求。如果云服务的客户是运行商业应用的企业，那会怎样？任务会更重，因为很多终端用户同时使用一个商业应用，所以对 CPU 周期的要求更高。

资深云数据中心实施者已经在一台服务器的多个虚拟机上同时运行 10 ~ 12 个商业应用。所以，商业应用的虚拟化，起到了将以前的 10 ~ 12 台物理服务器合并为一台的作用。但是服务器专家说，现在通用的这代基于更快芯片的服务器，比如基于 Intel's Nehalem（Xeon 5500）的服务器，也能让这一数字翻倍。实际上，很多人相信，到 2010 年年底，一台标准的服务器寄宿 30 台虚拟机、每台虚拟机运行一个商业应用的现象将很常见。

非常资深的虚拟化实施者，比如集管理咨询、信息技术和外包服务于一体的跨国咨询公司埃森哲（Accenture），已经通过它们掌握的技术（包括将服务器的虚拟机 I/O 卸载到网络的技术），在每台服务器上运

行 60 台虚拟机。 埃森哲已经在其当前这代硬件上成功地测试出每台服务器 100 台虚拟机的结果。 随着埃森哲这样的资深实施者继续更新其数据中心，在每台服务器上运行 120 台甚至更多虚拟机也是有可能的。如果埃森哲能够做到这一点，那么云供应商也能。

x86 架构就这样被置于指挥地位，如果能够找到方法同时自动管理大量 x86 机的话，x86 架构就会主导云计算。

让这样的服务器计算力增倍之后，虚拟化将再次发挥作用，并会提供用单控制台管理大量服务器的方法。 这里，虚拟化又与云的要求相匹配了。 例如，如果一台虚拟机分到了一个虚拟 CPU、1 千兆内存、33% 的网卡（一个插在服务器里管理服务器网络流量的 I/O 装置），那么这些资源足以让一个托管在云中的小型网站平稳地运行。 但是，如果发生意外事件，流量远远超过预期，就像索尼音乐的迈克尔・杰克逊在线商店遭遇过的那样，那情况会怎样？ 宿主服务器可以迅速地从未用资源那里调取更多的资源，让虚拟机的资源增加一两倍。 或者，一个管理系统可以将其他虚拟机移下服务器，释放那些虚拟机占用的资源，这一过程称作实时迁移（live migration）。 在那些虚拟机的终端用户看来，那些虚拟机仍在运行，即使它们已经移下服务器，这样，管理人员就比较容易通过把虚拟机移来移去来应对流量尖峰。 还有另外一种方法，虚拟机管理人员可以决定把需要更多 CPU 的虚拟机移到一个不同的物理服务器上，在那里获得更多周期，在虚拟机的终端用户看来，虚拟机仍然没有中断运行。

虚拟化给了云数据中心管理人员一个武器库，利用这一武器库，云数据中心管理人员可以解决系统与需求之间的平衡问题并合理分配资源。 以前，每台物理机周围的边界都很牢固；现在，虚拟化在很大程度上突破了这一边界，为云运营经理提供了一种更具弹性的资源。 与以前的运营经理相比，云运营经理可以用更灵活的方式管理资源。 在云中，运营经理需要让用户保持资源无穷的错觉，所以有充足的理由向虚拟机管理控制台求助，通过虚拟机管理控制台观察所有的服务器。

移来移去管理法

两三年以前，在很多专业 IT 管理人员看来，“移动运行中的应用”这一想法，即使不荒谬，也很危险，因为这样做可能会导致程序崩溃。但是今天，虚拟机能够在运行中进行“实时迁移”，或者说，从一台物理服务器移到另外一台物理服务器，这已经成为一项可靠的技术（并不是它一点也不令人敬畏了）。一位 IT 管理人员说，当他向终端用户演示如何在不中断运行的情况下移动运行中的虚拟机时，终端用户认为他似乎具有“超能力”。

这种“超能力”并没有多神秘。实际上，超级监督者估计虚拟机将使用应用的哪个部分，在移动应用的其他部分到一台不同的物理服务器上时，将应用的那个部分留在原先的物理服务器上。超级监督者将此刻不需要的数据移到同一服务器上，然后，当一切准备就绪，暂停虚拟机的运行，移动至少 10% ~ 20% 的应用代码到一个新位置，重新开始运行。这一过程转瞬结束，不到几毫秒，或者至多几十毫秒。敏锐的终端用户也许会注意到运行稍微停顿了一下，但是大多数 IT 管理人员认为，大多数用户觉察不出这一点。

今天，这一迁移可以由一个云系统管理员或者被授权在某些情况下激活的自动软件来完成。云供应商和客户之间的服务品质协议（Service-level agreement，简称 SLA）规定了应用应该在多长时间内响应用户，如果那一时限眼看就要超过，那么自动管理系统就会通过某种方式激活更多资源，这样应用服务器就能迅速地解决问题。

除了某些商用系统可以做到这点外，有些开源系统，比如 VMware 的 Hyperic HQ 管理系统，可以让云客户监控云虚拟机的运行并自行推断状况的好坏。有了这一能力，终端用户就能代替远程控制台制定管理决策，拥有更多的权限。

终端用户制定管理决策，就可以自行设置优先级。云的企业租户可以决定谁是高优先级用户（比如，经常光顾、按时付费的大客户），

当高优先级用户上线时，就给高优先级用户分配更多资源，牺牲低优先级客户（比如，仅仅上线浏览的客户，或者信用不佳、付款不积极的客户），把低优先级用户转移到比较拥堵的宿主服务器上，让低优先级用户忍受更长的响应时间。

到目前为止，我们一直在讨论虚拟化如何促进大型数据中心变成多租户设施、如何让大型数据中心的管理变得更加容易、如何提高大型数据中心已经很大的规模经济效益。下面，我们将看看虚拟化是如何为终端用户扫清障碍、让终端用户更加顺利地使用云的。

可移动的负载包：虚拟设备

虚拟化也影响云计算的另外一端——准备发送工作负载到云中的终端用户。为了认识终端用户可以利用虚拟化做什么，我们有必要深入研究一下虚拟化如何改变终端用户使用的软件。

操作系统的传统角色是听取应用对硬件服务的需求，比如，一个会计应用要求将两个数字相加，操作系统就会将这一服务需求传达给硬件，硬件就会执行任务。操作系统读得懂硬件指令集。这样，当会计应用说“将这两个数字相加”，Windows、Linux 和 Solaris for x86 都明白要做什么：把数字传输给蚀刻在处理器里的“加法器”上，待加法器完成运算后，把结果返回给应用。

然而，在虚拟化的超级监督者出现以后，操作系统的角色就改变了。1999 年，VMware 公司前首席科学家孟德尔·罗森布拉姆（Mendel Rosenblum）在一款虚拟机软件 VMware 工作站上演示，他能够在软件上模仿 Intel 复杂的、专用的 x86 硬件指令集。在这之前的很长一段时间内，人们认为这是不可能的，或者至少非常困难，效益成本比非常低，不值得尝试。VMware 工作站出现四年后，在剑桥大学的计算机实验室中，在伊恩·普拉特（Ian Pratt）领导的虚拟化项目（Xen Project）中，科研人员复制了这一壮举。

这两个项目导致了超级监督者的诞生。我不想深入探讨超级监督者的具体细节，只想强调一点，超级监督者能够根据应用的要求告诉硬件做什么，进而能够替代操作系统。虚拟化把操作系统提升了一层，在下面插入了超级监督者。现在，超级监督者替代了操作系统，扮演着与硬件进行对话的角色，这样，操作系统只与应用对话，把应用的需求下传至超级监督者。

操作系统被替代，最直接的一个结果就是，斩断了迄今为止最牢固的一个联系——商业应用与特定硬件之间的联系。

以上讨论，也许听起来比较学术化，但是正是这一变化赋予云用户以灵活性和权限。应用与计算的关系就像牛与耕地的关系一样，是应用带动着流程，让企业保持运转。应用含有为终端用户工作的业务逻辑，不管终端用户是 CFO、车间经理，还是最年轻的销售代表。

曾经，应用和硬件联系如此紧密，以致企业数据中心管理人员非常反感将应用从现有硬件上迁移出去。通常情况下，某个应用一旦装在某个硬件上，就会在这个硬件上运行 8 ~ 10 年。但是硬件性能提升很快，一段时间之后必须进行迁移。那意味着需要用装在新硬件上的新版操作系统测试应用。这一测试往往意味着针对应用本身做多次有限调整，而且意味着不确定应用是否会继续完美地运行。所有的一切，名字也许仍然一样，比如，是叫 Xeon 硬件，还是叫 Windows 操作系统，还是叫通用会计应用，但是，所有这一切已经在 8 ~ 10 年期间悄然发生了几千次变化。迁移过程漫长而痛苦，在即将结束之际，也就是装上新系统、做完应用调整之后，应用仍然可能无法运行。结果无疑是，烦躁不安的用户打电话催促数据中心，IT 管理人员头痛不已。这种事情有时会惊动 CEO、COO 和 CFO。

应用和特定硬件的联系斩断了，传统数据中心便得到了好处：能够更新硬件但继续使用老版应用，不必费神地迁移应用，而是在装有老版操作系统的虚拟机上运行应用。记住一点，虚拟机和虚拟机的宿主机都有自己的操作系统，它们也许版本相同、同时启动，但是互不相干。

虚拟机之下的超级监督者并不关心自己在和哪个版本的操作系统对话，它继续管理硬件指令集，告诉硬件做什么，就像从前一样。

这一特性在云数据中心里极其有用。一方面，多租户服务器需要处理各种各样终端用户的需求，有些终端用户也许在 Windows 之下发送负载（有些在 Linux 之下，还有一些在 Solaris 之下）。超级监督者并不在意，它会在同一物理服务器上并行运行所有这些负载，这样，云供应商就有很大的灵活性以选择希望如何管理资源、支持哪些环境。

更重要的是，云的终端用户现在可以把应用和与应用最为契合的那个版本的操作系统打包成一个文件，这套文件通常被称作“虚拟设备”（virtual appliance）。这种情况下的终端用户往往是代表企业终端用户的资深程序员或者 IT 管理人员。重要的是，这个文件可以通过互联网传给 IT 管理人员选择的任意一种云服务。不幸的是，不同的云要求不同的文件格式。IT 管理人员，如果拥有相关的专业知识，就能根据不同云的具体要求，把虚拟设备做成适当的格式。商业应用不必与特定硬件绑在一起，便可获得可移动性，有机会在云中茁壮成长。今天，可选的云主要是 EC2。

只要终端用户在云中注册过，有信用卡账户，云就会自动接受并运行其工作负载。EC2 可以在没有人力介入的情况下执行这个程序，使用自动收费系统从用户的账户里扣钱，然后给用户发送通知，告诉用户其工作已经完成，并已储存在用户提前租好的亚马逊 S3 存储位置。

虚拟设备

虚拟设备是应用和操作系统的结合体，只要找到合适硬件的位置，就能在互联网上运行。它是为云量身定做的。

建造虚拟设备有多复杂？熟悉网络服务规范和虚拟化世界的开发人员今天就能做到，任何具备脚本语言技能或者基本编程技能的人都能出色地完成这一任务。那些愿意建造虚拟设备的人，可以在在线教程

的指导下，使用免费软件，比如 rPath 公司的 rBuilder，完成这一任务。

问题也许是，谁会成为资深虚拟设备的建造商？ 实际上，rPath 公司是一家专门制造虚拟设备的公司，但是虚拟设备建造技能不可能长期为某公司专有，而是会变成一项通用技能，只要同时具备应用方面的专业知识和运行应用的操作系统方面的专业知识，就可以建造虚拟设备。今天，很多 IT 员工都具备这样的专业知识，他们指派系统管理员管理几台运行某应用和操作系统的服务器。 这是一种劳动密集型的做法，随着云计算的发展，情况会演变成：一家公司掌握虚拟设备建造技能，制造出虚拟设备，其他公司也许知道虚拟设备采用了什么技术，但是没有能力复制，或者有能力复制，但是不划算，不如低价购买。 虚拟设备是一种很好的方式；可以用来收集最佳的专业知识加以广泛分享，这样就不用 IT 员工精通每个应用及其操作系统。 关键是，虚拟化加上云计算意味着 IT 员工的生产率可以成倍地增加。 聪明的建造商会精简操作系统，只留下应用需要的那些部分。

到目前为止，Windows、Unix 和 Linux 一直是通用操作系统，需要能够满足几千种不同应用的需求。 每个操作系统具备的特性和功能，允许操作系统覆盖潜在应用各种各样的需求。 如果操作系统简化到只能满足某个应用的需求，那么情况会怎样？ 最出色的专家建造虚拟设备，会拆掉操作系统不需要的部分，让操作系统瘦身至只能运行某一应用，尤其当操作系统是 Linux 的时候（与 Linux 相比，Windows 和 Unix 不太适合精简瘦身，它们各自的移动部件之间都存在很多依赖关系）。精简后的操作系统，会让应用运行得更快，因为操作系统的代码序列和模块少了很多，智能控制的搜索范围变小，不用多久就能找到所需的东西。

虚拟化让操作系统能够瘦身至只适合某一应用而不是许多应用，这样虚拟设备就小于原先的操作系统与应用之和，在互联网上点对点移动得更快，在云中运行得更快，进而能为虚拟设备所有者节省更多的资金。 另外一方面，实施虚拟化，当超级监督者介入操作系统和硬件之

间时，指令传输至硬件的过程就增加一步，多一步就会多产生一份费用。 这是云计算的另外一个自相矛盾之处。 最终结果可能是，至少如rPath 的创始人贝利·马歇尔（Billy Marshall）在 2009 年的一次谈话中说到的那样，速度提高带来的费用减少超过多一步带来的费用增加，而且虚拟设备在云中的运行比未经虚拟化、在原先的企业数据中心环境下的运行快得多。

自 1964 年 IBM 360 大型机问世以来，虚拟机就是一个日趋成熟的概念。 现在是 2010 年，那些多核硬件都在等着一展拳脚。 云中大型数据中心里的多核硬件，正在召唤聪明的 IT 员工将建造（或者购买）的虚拟设备发送给自己。 有了云，将数据中心的部分工作负载移出企业就成了一个切合实际的选择。

随着社会开始号召节约能源、减少冷却需求和占地需求，IT 员工开始苦苦思索如何合并服务器、如何在一台服务器上运行多个应用、如何在本地数据中心和高效云之间分配处理责任。

在这样的早期阶段，很难弄清以上问题的答案，但是，显而易见的是，不管传统数据中心管理人员喜欢与否，虚拟化让游戏规则发生了很大的变化，新效益即将展出。 含义不明、形状不定的云将迅速进行演变，最终变成形形色色各有专长的云。 在我写这部分内容的时候，微软正在给 Azure 云揭幕，有了 Azure 云，软件开发任务将从主要开发本地功能向主要开发云中功能转变，特别是计划将新软件用在云中的时候。 由此，效益增加了太多，多到无法忽略的地步。

虚拟化是一个巨大的进步，微软、甲骨文、亚马逊和其他很多 IT 企业将从中获益，喝水不忘挖井人，它们应该永远记住 VMware 的创始人孟德尔·罗森布拉姆及其妻子戴安娜（Diane），是他们首先作出了巨大的突破。 如果这些企业够坦诚的话，那么它们应该承认自己正站在巨人的肩膀上。

第四章

私有云，初露端倪

私有云计算的采用历史还很短暂，所以几乎没有什么可谈的，因为私有云本身只是粗具雏形，尚处于试验阶段。很多 CEO、CFO 和 COO 怀疑，企业最宝贵的财富——数据——是否应该落户于云中，与其他企业的操作共用一台服务器。这种怀疑是正确的。在多租户云中，谁知道呢？你最大的竞争对手也许正与你共用一台服务器，你的数据有任何越界，它都会感激不尽。

本章，我们将看一看，为什么有些企业数据中心（大小都有）会变得越来越像云数据中心。这些内部云或者说私有云的用户，与公共云（比如，亚马逊 EC2、谷歌应用引擎、微软 Azure 云）的用户相反，并非来自一般公众，而是企业的员工、商业伙伴和客户，这些人都可以根据各自在企业中扮演的角色来使用内部云。

商业技术媒体头牌《信息周刊》，在几个月的前期采访中听说私有云之后，于 2009 年 4 月 13 日在封面故事中首次报道了这一概念。7 月，Rackspace 公司宣布，将在 Rackspace 云中专门留出一批服务器给那些寻求私有云计算的客户。8 月，亚马逊网络服务宣布，将把 EC2

公共云内部受到特殊保护的设施作为亚马逊虚拟私有云提供给客户。

这些事件在《信息周刊》内部、整个商业界的云倡导者和批评者中间引发了一场争论。www.informationweek.com 专栏《直插云霄》（*plug into the Cloud*）的编辑约翰·福雷（John Foley），提出以下问题：公共云供应商怎能突然宣称会提供私有云服务呢？把共享的、多租户设施重新定义为“私有的”，不是很难堪吗？有些观察家认为公共云可以提供安全的私有设施，但是任何明智的观察家（和大多数CEO）会和福雷一样提出相同的质疑。公共云供应商有多擅长在其设施内部保护“私有”运行呢？实际上，公共云中已经有些保护措施到位了。在多租户公共云中，一个客户的数据不会溢到其他客户的数据中。如果发生这种事情，涉事虚拟机会收到崩溃指令，尖叫着暂停。但是如果入侵者登录你的虚拟机运行所在的物理服务器，那情况会怎样？如果在你的企业没有犯错的情况下，客户的身份信息遭泄露，那么造成的损失该由谁负责呢？

这些问题还没有明确的答案（尽管没有人认为，作为数据所有者的企业不能仅仅因为将数据移入了云中就能豁免责任）。安全专家所指的信任边界（trust boundary），即数据周围只有可信方可以通过的保护层，随着数据一起移出了企业网周边，但是没人确定它移到了哪里。问题是，发生数据安全事故后，管理有序的云数据中心和数据所有者应该分别承担哪些责任？

有些 CEO 认为“把企业数据移入公共云”的想法不可靠，他们的理由很充分。一方面，他们负责保障数据处理的隐私和安全，一旦将数据送入云，企业内部就不再有人可以完全确定数据的物理地址——在哪台服务器、哪个磁盘阵列，甚至哪个数据中心。如果某个管理松散的站点发生事故，那么“我们不知道我们的数据在哪里”并不是一个很好的借口。实际上，位于芝加哥的 Neohapsis 信息安全顾问公司的 CIO 格雷格·希普利（Greg Shipley）在《信息周刊分析》（*Information Week Analytics*）上一篇题为《乘风破浪》（*Navigating the Storm*）的报道中写

道："云让我们不确定我们的数据去了哪里，是如何到那里的，在那里会受到什么样的保护，这种不确定令人不安。"（见附录 B）。

因为这些担心，所以每次对企业领导人做调查，询问他们在云计算方面有何打算时，调查问卷的第一个问题就是有关云安全的。企业领导人回答完这一问题之后，往往会总结说，他们倾向于先在企业内部的私有云上实施云计算。

表面看来，这是一个明显的矛盾。根据我们前面给出的定义，云计算是一种新的商业模式，通过"随用随付费"的机制给终端用户分配计算力，赋予终端用户对外部云资源一定程度的程序控制权，实现规模经济效益。乍一看，"获得具有竞争力的规模经济效益"的想法与私有云的概念相抵触。如果只有有限几个用户，私有云怎能像 EC2 或者 Azure 云那样实现那么大的规模经济效益呢？

然而，我认为很多企业已经在严肃地考虑私有云。这些企业只有看透了云计算，才会拿企业的关键数据去冒险。

本地私有云，如果既能增加计算力又能保证数据安全，那么还是可以拿来用一用的。私有云所有者需要在数据安全和规模经济效益之间认真地进行权衡。私有云不必通过与 EC2 或者 Azure 云竞争，来证明自己存在的合理性，而是仅仅需要比原先的数据中心架构便宜。如果私有云比原先的数据中心架构便宜，私有云的倡导者就有充足的理由说服企业建立私有云。我们将在第六章进一步讨论安全问题。

私有云的硬件选择

企业采用云计算的一个理由是，可以用多少就买多少，不用耗费巨资购置并维护大部分时间被闲置的设备。这一理由非常充分，也适用于私有云。IT 管理人员可以说："不管怎样，我们已经投入了资金。我们有 100 台服务器需要在今年稍晚一些时候更新硬件。为什么不利用这次采购机会，迈出第一步，将我们的数据中心变成类似于外部云那

样的东西？”

谷歌正在建造自己的服务器，因为市场上的服务器，配置并不满足云架构对成本/收益比的要求。如果谷歌、雅虎以及其他云供应商继续发布有关自己数据中心的细节信息，那么企业数据中心管理人员将要弄清云服务器大概的硬件构造情况。确实，戴尔迅速改变定位，从个人计算兼商业计算供应商变成个人计算、商业计算兼云计算供应商。那时，我正在2009年的“云计算大会及展会”（*Cloud Computing Conference & Expo*）上做报告，戴尔新上任的云计算传道者巴顿·乔治（Barton George），在门口探了一下头，告诉我，戴尔正在为私有云建造商寻找最佳的云服务器设计。

在个人计算机和商业服务器建设与交付的管理方面，戴尔的员工有着丰富的经验。戴尔为什么不利用那些经验转型为云硬件供应商？这样做的话，戴尔将颠覆其最为珍视的商业实践。戴尔让买家在戴尔网站上自行配置计算机，然后戴尔以一种很有竞争力的方式建造并交付计算机。为了成为云供应商，戴尔必须提前弄清楚云服务器是什么样子的，集中精力将那种服务器所需部件的成本降至最低，然后一接到客户订单，就能迅速交付几千台相同的装置。戴尔数据中心解决方案事业部的总经理福雷斯特·诺罗德（Forrest Norrod）说，其商业机事业部提供了很多类型的服务器，足以满足亚马逊EC2、微软Azure云以及其他云数据中心的需求，而且设计出了几类属云建造商钟爱型的服务器。

思科系统（Cisco Systems），刚刚进入刀片服务器市场，就成为星云（Nebula）的主要供应商，星云是NASA正在加利福尼亚州山景城建造的云计算平台。思科系统无疑希望其他云建造者使用它新开发的高度可虚拟化的服务器统一计算系统（Unified Computing System，简称UCS）。

惠普和IBM也有类似的打算，不过IBM最大的愿望是找到一个新的大规模市场，销售自己的Power处理器。目前主导公共云建材市场的是，Intel和AMD建造的x86服务器，IBM希望Power处理器能够与

之抗衡。IBM 能否说服客户使用 Power 处理器，答案还是未知数，但是在历次技术演变中，IBM 都成功地把自己的产品推销给了众多企业。至少，我们可以期待 Power 处理器出现在蓝色巨人（Big Blue）版本的公共云中。太阳微系统也想看到云建造者使用它的硬件，但是它的 UltraSPARC 服务器现在为甲骨文所有。因为那次收购带来的不确定性，所以云建造者暂时还不会使用 UltraSPARC 部件。然而，云钟爱型服务器很快就会进入主流产品目录和著名的分销渠道，比如戴尔、惠普、思科系统和 IBM 的分销渠道。

CIO 和 IT 管理人员仍然不大可能在企业内部以试验项目的性质建造私有云，没有几家企业有钱浪费在这一折中方案上。相反，随着云计算的想法日益变得根深蒂固，大大小小的企业将开始把自己的数据中心改装成云群集。公共云的例子和公共云带来的规模经济效益，很有吸引力。

这并非意味着企业会用铲车运走笨重的 Unix 服务器和 IBM 大型机，换之以一套一套——比方说——价值 2 400 美元的 x86 服务器。相反，专用的 Unix 服务器和大型机可以用来运行很多不好转化成 x86 指令集的商业应用。未来的很多年里，多年以前用 COBOL、FORTRAN、RPG、Smalltalk 以及其他语言在内部开发的应用，或者为某个往往不再存在的产品量身定做的应用，将继续在企业数据中心里运行。但是，有些在老旧系统上运行的应用，可以转化成 x86 架构在内部云里运行，很多新应用，就要按照 x86 架构设计。私有云也许永远不能像大型公共云那样实现那么大的规模经济效益，事实上私有云不必如此。私有云只需比老旧系统运行起来更便宜就行。

企业数据中心向私有云转变，并非一点基础都没有。Unix 和大型机继续存在期间，在企业数据中心成长最快的操作系统是 Windows Server 和 Linux，两者都是为 x86 系统设计的。通过虚拟化把更多应用合并到一台服务器上以降低服务器总数，任何一种叫得出名字的架构都能承担这一任务，但是 x86 架构是最受青睐的。VMware 作为市场领

袖，用了 10 年的时间从一个新企业成长为一个年收入为 20 亿美元的企业。 VMware、思杰系统和现在的微软，为 x86 服务器生产虚拟化产品，还提供开源产品 Xen 和基于内核的虚拟机（KVM）。 所以，企业数据中心可以把现有机器虚拟化、群集化，变成池化资源，通过一个控制台加以管理。 这是向私有云转变的第一步。

几步走向私有云

为什么很多企业想建造自己的私有云？ 像公共云一样，私有云将用经济有效的 PC 部件建造。 私有云将作为一池服务器通过一层虚拟机管理软件像单台巨型计算机那样运行，工作负载可以均衡地分布在池子里每台可用的服务器上。 如果某工作负载需要更多容量，那么私有云就会像公共云一样进行扩展，将工作负载移到还有空闲容量的服务器上，或者让更多硬件联机增加容量。 处理完高峰负载后，可以关闭所有不需要的服务器，以节省能量。

此外，私有云的终端用户可以随心所欲地自助配置任何类型的计算机——将在云中运行的虚拟机。 私有云可以测量终端用户的虚拟机使用量，根据他们选择的那类系统的运行成本按小时向其所在的部门收费。 主要的虚拟软件供应商已经推出了这样的自助配置和内部计费系统，并命名为“实验室管理”（lab manager）。 实验室管理针对的是一群可能对自助配置特别感兴趣的用户——需要各种各样软件环境来测试和调试代码的软件开发人员。 知道代码可以按预期运行之后，软件开发人员就把代码交给第二群潜在的私有云用户——品质保证管理人员。 品质保证管理人员想要测试这些代码能够承受多大负载——可以供多少用户同时使用、可以同时进行多少交易？ 他们想要确保代码可以按预期工作，并且与其他依赖于其输出的软件兼容。

在很多企业，软件开发、测试和质保费用占了 IT 预算的大半部分。 如果私有云可以影响那项费用，那么出于经济方面的考虑，企业

就有理由支持私有云的实施。但是，除了软件专业人员以外，这一资源还有很多其他潜在的内部用户，比如一线管理人员和业务分析人员。一线管理人员和业务分析人员理解企业的交易和业务流程，但是缺少根据业务流程产生的数据分析业务流程的方法。如果他们自己定义一段时间，比如某产品的销售旺季，针对这个时间段迅速作出分析，那么他们就能根据分析结果设计出新的业务流程和服务体系。

赋予这样的工作以优先权，私有云就能比原先那种满是老旧系统的数据中心以更具弹性的方式分配资源。传统数据中心一般划分成了很多独立的部分，各自都有自己的一摊工作，无法承担临时分配的任务。但是，私有云可以监控企业的网站，当网站出现过载迹象时，私有云就可以给网站分配更多资源，这样，访客就不会因为迟迟得不到回应而离开，企业就不会流失潜在顾客了。

一旦把数据中心的一部分“池化”，用云式方式加以管理，向某些员工提供服务，也许就会有更多的员工吵着说他们应该也可以使用云式资源。听起来，私有云似乎要过很久才会渐成气候，但是，正如前面那章指出的那样，数据中心的虚拟化，已经如火如荼地展开了。这样的虚拟化为向私有云转变奠定了基础。

随着对经济因素考虑的深入，云计算变得越来越重要，企业高管会问：“我们不断了解到，公共云的一大优点是规模经济效益，是否可以在企业内部实现这一规模经济效益？”那些熟悉 x86 服务器，并且建造出虚拟服务器池的人会回答：“是的，可以。”

下一步就是获得一层虚拟化管理软件，覆盖在虚拟服务器池上面，提供监控和管理工具，让你有办法自动均衡负载、迁移虚拟机。

VMware 是这个领域的领军者，它提供了 vSphere4 基础设施包和 vCenter 管理工具。实际上，有了 vCenter，我们可以把虚拟服务器看作池化资源，它们就像是一台巨型计算机，把它们当作整体来管理（尽管一个 vCenter 管理控制台可以覆盖的服务器数量是有限的）。思杰系统的 XenSource、甲骨文的 Virtual Iron、微软的 System Center Virtual Ma-

chine Manager，具有很多类似的功能。

使用 vSphere4 或者 vCenter，管理人员不仅可以追踪虚拟机正在运行什么、正在做什么工作，而且还可以追踪虚拟机所在宿主机的使用率。通过将虚拟机从这台物理服务器移到那台物理服务器，数据中心管理人员可以均衡载荷，将虚拟机移到具有空闲容量的服务器上，关闭那些不需要的服务器以节省能量。

很多企业数据中心也许并没打算一定要向私有云转变，但是为了提高计算效率，它们会不由自主地向私有云转变。那些已经购置了很多 x86 服务器并且把它们组织成虚拟池的企业数据中心，将能轻松地转变成私有云。从内部来看，企业数据中心的云部分越省钱，企业数据中心的其他部分就越有可能转化成私有云。

即使企业高管层可以忍受自家数据中心成本很高，而且从数据安全方面考虑，企业高管层有充足的理由这么做，但是企业将来会把很多繁琐的工作分别交给不同的云服务商处理，为了把这些工作协调起来，企业数据中心也必须向私有云转变。

企业为什么会把很多繁琐的工作交给不同的云服务商处理呢？因为，不管 CEO、CFO，或者 CIO 是否喜欢，公共云都将蓬勃发展，云服务商（不管是自建计算基础设施的云服务商，还是依托其他企业计算基础设施的云服务商）推出的服务，种类会越来越多，水平会越来越专业，很多工作，交给云服务商处理与放在企业内部处理相比，效率更高、成本更低。

比如，在线订单管理服务。如果一个新客户下了一个大订单，那么在处理订单之前，你的订单捕捉系统会进入外网，检查其信用评级。如果你接到一个 50 万美元的大订单，发现该订单来自一个信誉良好的老客户，但是交货地址和以往的不同，那么订单履行系统就会自动进入外网，调用地址核查系统（看看该客户是否在所列地址设有机构）收集相关信息（弄清客户是否希望订购的货物运送到那个地点）。这一服务可以为企业节省宝贵的时间和人力资源，因为它能在很短的时间内自

动完成那些原本由高薪员工耗费几小时才能完成的任务。再比如，在线货物处理服务，该服务现在可以根据你的命令，在两点之间运送货物。该项服务先咨询自己的目录，弄清有哪些货运企业、需要支付多少通行费、当前能源价格如何，然后在几秒钟之内提供一份有效报价（不管你想把货物寄到国内哪个地方）。它会在满足你的各项要求（全程追踪、确保到货、按时送达）的货运企业当中找到最便宜的一家，效率远远高于你的企业内有着多年经验的货运部门。

在各行各业，在线信息系统正在处理海量信息，产生具有竞争性的结果。忽视这样的服务，就是把你的企业推上绝路，而且确实没有几家企业忽视它们。下一代计算形式也许会把关键的程序控制权交给客户，允许客户插入更多变量，改变已发货订单的目的地，满足其他特殊要求，调用合作伙伴或其他有业务往来机构的计算系统，让这样的服务发挥最大的作用。

内部数据中心与外部资源联合，将成为一个越来越重要的竞争要素，很多管理人员已经意识到了这一点。

曾经一度，企业流行建造高性能专用网络，把总部和生产基地以及不同地区的分部连接起来。两个这样的网络，数字设备公司（Digital Equipment Corp.）的数字设备公司网络（Digital Equipment Corporation Network，简称 DECnet）和 IBM 的系统网络架构（Systems Network Architecture，简称 SNA），多年以来一直是企业眼中的“可靠投资”（solid investment）。但是，互联网的发展（企业起初可能忽略的一个现象）打破了这个局面。任何企业，只要装有传输控制协议/互联网协议（Transmission Control Protocol/Internet Protocol，简称 TCP/IP）网络，都可以利用互联网发送电子邮件、传输文件。随着互联网成为大学、政府机构和某些企业的默认连接，没有内部 TCP/IP 网络的运营成本将变得越来越高。与此同时，业界掀起了一场激烈的争论，主题是 TCP/IP 是否好到足以满足现代企业电子邮件之外的需求。

正如前面提到的那样，TCP/IP，互联网赖以为基的协议，之所以

被设计出来是为了抵抗核攻击。 它是网络的网络。 如果某个网段即将崩溃，其他网段就会绕过这个网段。 批评家给 TCP/IP 贴了一个标签——“啰嗦”（chatty）协议。 路由器为某条消息绘制好路线后，先要致电给下一个路由器问：“你在吗？”只有收到反馈：“是的，我准备好了。”它才会发出消息。 然后，发送者又问：“你收到消息没？”等待收到反馈：“是的，收到了。”或者“没有，再发一次。”……

DECnet 和 SNA 都不能容忍这样的啰嗦，按照设计者的说法，效率太低了。 TCP/IP 也许确实有点儿啰嗦，但是，难以否认的是，TCP/IP 在很多情况下都行得通。 当企业把 TCP/IP 用在内部通信中，局域网就出现了。 对于大多数企业网络而言，使用局域网就足以应付来自互联网的流量，即使其性能比不上专用网络。 用 TCP/IP 传输消息，可靠性很高，只是在少数情况下，某些路由器中断，其他路由器绕过这些路由器，流量集中到这些路由器附近的路由器上，消息也许会晚几分钟甚至几小时到达。 这样，企业就可以改变做法：不必在全国范围建造并维护专用网络，而是先在局域网上编辑消息，然后通过互联网发送给分部、伙伴、供应商和客户。

如果还有人对改变持反对意见，那么提一提价格，那些人就会退却。 互联网是免费的，用于企业内部的 TCP/IP 协议（整合进了各种版本的 Unix、Linux，甚至微软 Windows Server）也可免费获得。 当内部运行和外部运行联合起来——成本降到低得不能再低时，企业就必须决定接下来要做什么。 外部云数据中心和内部云将形成类似的联合。

为了迎接那一天的到来，重要的是提高 x86 管理技能和 x86 虚拟化技能，而不是在这个云计算早期阶段袖手旁观。 围绕私有云概念给你的计算基础设施重新定位，好处多多，赶紧行动吧！ 向私有云转变的过程，是演化性的，不是革命性的，它将持续很多年。

也许有人会说，不要搞什么私有云，它会摧毁你的安全机制，它会让你最信任的系统性能下降，它会引起混乱。 我认为，相反，那些不

让自己的数据中心向私有云转变的企业将在竞争中越来越处于劣势地位。不管你是否做好了准备，云革命都会席卷整个世界，那些知道如何适应的企业将会变得越来越强，那些不知道如何适应的企业只能望尘莫及。

企业数据中心将保持私有性质，企业必须保留一个与外界隔绝的地方，在这个地方，数据是安全的，而且总是有人知道数据到底在哪里。企业数据中心的私有云，和企业数据中心的任何其他部分一样，位于防火墙后面，实施着很高的防护级别。

总有一天，在 x86 服务器上运行的虚拟机将有个保镖守护其超级监督者——与服务器运行密切相关的那个新软件层。保镖将知道服务器的模式，根据服务器的模式留意入侵者的举动，发现敌情时，立即报警。作为回应，有个自动管理者将终止虚拟机的处理，把有关处理执行到业务逻辑的哪个环节以及相关数据记录下来，清除虚拟机。然后建造一台新虚拟机，载入应用指令和数据，继续执行前面那台虚拟机没有完成的处理。

如果入侵者仍然在附近徘徊，企图再次潜入，那也不用害怕，因为保镖一直处于待命状态。有些安全倡导者说，还可以做得更极端一些，也就是说，不管是否需要，每 30 分钟把虚拟机终止、杀死、清除出系统一次。自动管理者在安全的服务器上不断进行检查，这种情况下建造的新虚拟机将是知根知底的、干净的。这种做法会让资深黑客大感沮丧，因为黑客需要，比方说 29.5 分钟，偷到 ID，找到密码，等待授权，弄清从哪里窃取数据——这样的防护级别超过了以前的设计。这样的保镖才刚刚开始出现在新网络安全供应商的产品名单里；具备入侵者检测功能的超级监督者防火墙已经作为尖端产品存在了。只有周期性杀死机制仍然需要建造到虚拟机管理中。

随着企业渴望私有云，新管理工具和新安全工具将会出现，并补充到造就云计算的技术汇聚中，以进一步完善云计算。我们现在处于云计算的初级阶段，而不是终极阶段。虚拟机在私有云中以及在公共云

中的运行安全得到保障的话，私有云将能与公共云协同运营。 那就是私有云的终极目标：私有和公共网站联合运行，进一步加强云计算的规模经济效益。

第五章

终极目标：混合云

企业渴望私有云，实际上是渴望私有云背后的一个诱人前景（某些观察家认为这一前景实现的可能性很小）：也许有那么一天，私有云与公共云协同运营。互联网上的那些大型数据中心可以用作传统数据中心的备份和高峰负载的吸收器。

如果不是那样，那么公共云和私有云的关系就会聚焦于管理每项业务都会遇到的需求尖峰：会计季末结算、新产品发布、节假日销售旺季，等等。一年之中的大部分时间，企业的计算负载是可以预测的，而且远远低于高峰负载。但是，自从知道尖峰这个概念，IT 管理人员就学会了为数据中心过度配置服务器、网络容量和磁盘。人们想当然地认为数据中心需要留出冗余容量，所以，IT 管理人员的这种做法很少遭到质疑，不这样做反而更可能引起非难。

当今世界，能源价格不断上涨，运营成本不断增加，全球温度不断升高，于是，上述做法也许不再可行。企业往往认为自己有责任用既经济有效又负责任的方式运营。混合云计算，即私有云携手超级高效的公共云，是优于上述做法的新做法。

然而，在采取这样一种解决方案以前，每家企业都必须面对一些根深蒂固的问题。任何曾经负责过企业某部分运算的人都知道，维持运营的需要与投入更多资源到软件应用和设备上以支持新产品或新服务的愿望之间总是存在冲突。

降低费用，稳态运行

1984 年，我入职《计算机世界》杂志社，当时，媒体经常提到的一个话题就是所谓的应用开发延迟（指的是企业有很多需要用到的软件尚未编好）。负责制作新应用的内部开发人员经常不能按期交活。已经投入使用的软件经常出现故障，他们经常要放下手头的开发工作去排解故障。仅仅保持日常运行，有时称作“维护”，就耗尽了每个人大量的时间和企业很大一部分的计算预算。

我们也许即将进入一个美好的新时代——云计算时代，但是在很多方面，事情并没有改观多少。高德纳公司说，信息技术预算的 75% 仍然用在维护上，只有 25% 用在新项目和新发明上。多年以来，大家都想将这两个百分比调换过来，但是 21 世纪第一个十年间出现了两次严重的经济衰退，很多企业不得不精简 IT 开发部门、削减 IT 开发预算。大家都想花更少的钱办更多的事。应用开发延迟，今天看起来更像服务延迟或者业务流程延迟，继续存在着。

我加入《信息周刊》杂志社工作后不久，有个问题被提出来，为什么企业的维护负担如此之重？为什么年复一年，指针从来没有离开标尺上 75% 那个位置（多家企业的平均值）？答案部分在于，企业数据中心日益变得错综复杂。很多情况下，庄严的 IBM 大型机坐镇中央，强大的 Unix 服务器运行着数据库系统和重要的老旧应用，企业网站在 Linux 服务器上运行着，员工用着办公版 Windows servers 以及其他台式应用。

实际上，大多数企业数据中心几乎每个品牌的产品都有一件。在

某个角落，一台老旧的惠普服务器正在运行其专用的操作系统；在另外一个角落，一台古老的数字设备服务器正在运行另外一种操作系统。尽管数字设备已经消失多年（被康柏吞并，后来康柏又被惠普吞并），但是数字设备的产品仍然在吱吱嘎嘎地运行着。多年以前购置的机器，有些仍在服役，它们老旧的应用并不能很好地与云协调。即使从甲骨文、SAP 或者微软那里打包买来的新软件，往往也会在企业 IT 管理人员的手中客制化，与其他系统建立起特殊的依赖关系。随着系统日益变得错综复杂，照看这些系统、保证一切正常运转，便成了一项日益庞大、琐碎的工作。

最要命的是，IT 管理人员需要预防偶然出现的、任何一个系统都无法承受的负载高峰。如果数据中心里的一个关键系统出现故障，那么其他依赖于它的系统就会中断运行，因为这些系统请求它发送计算结果，却迟迟得不到回应。在数据中心日益变得错综复杂的情况下，为了履行“保证一切正常运行”的职责，IT 管理人员学会了过度分配资源，要 1 给 2，而不是要 1 给 1.1。多年以来，一台 x86 服务器只运行一个应用，以避免在同一台服务器上运行两个不同的应用可能会出现的冲突。这样的做法是在浪费硬件——它往往只使用了服务器容量的 15%，有时这一数字还会低到 5% ~7%，但是，与用户抗议运行中断带来的痛苦和修理故障花去的费用相比，这一解决方案又是便宜的。同样，分配给应用存储数据的磁盘驱动器也是过量的；直到今天，磁盘驱动器的典型使用率只有 30%。用一种不同的方式管理资源，也许就不用这么浪费，从而节省大笔资金。

IT 专业人员之所以努力在数据中心实施虚拟服务器，很大一个原因就是希望解决这些问题。一台虚拟宿主机最多可以同时运行 6 ~8 个应用，不用担心不同的应用相互干扰。超级监督者监控虚拟机流量，并且在应用之间强行设置边界。通过虚拟化，服务器利用率从 15% 大幅增加至 66% ~70%；仍然需要留出少许冗余容量，以防一个或多个应用出现活动尖峰。虚拟化带来了很多好处，物理服务器的数量大大

减少，数据中心不再拥挤不堪。虚拟化降低了耗电量，在某些情况下，简化了应用管理（尽管虚拟化实际上也在另外一个方面增加了数据中心的复杂性）。

数据中心虚拟化的那部分给企业带来了希望的曙光。首先，数据中心的服务器架构种类彻底减少了。建造数据中心不用太阳微系统的 UltraSPARC、数字设备的 Alpha 和 IBM 的 POWER 或者大型机微处理器，而是全部用 x86 微处理器（比如 Xeon）。新数据中心的设计，也许类似于谷歌的云设计，也许反映了戴尔提供的云设计。这种虚拟服务器群集，作为池化资源运行，由单个管理控制台监控运行、均衡负载、移动虚拟机，甚至在不打断任何业务运行的情况下往群集中添加新硬件。简而言之，它的管理方式，非常像云服务器群集的管理方式。

下一步演化就是，一个雄心壮志的 CIO 或者 IT 管理人员设置一个目标——把服务器利用率提升到接近 100% 的水平。而且，他自认为知道如何实现这个目标：接近总使用的典型水平。也就是，内部云负责数据中心所谓的平均或者稳态运行，这可以通过分析服务器日志和管理系统监控记录来实现。实施这种做法，可以节省大量硬件（如果能够找到一种方法卸载仍会出现的超过稳态的活动高峰的话）。没人会真的把“服务器利用率保持在 100%”作为目标，90% 也许是合理的（如果企业本地的私有云和互联网上的公共云协调得当的话）。

正是本地的私有云和互联网上的公共云这样的联合（能够在活动高峰期间卸载工作），才突出了云计算对企业的潜在价值。人们甚至给卸载高峰起了一个很形象的名字——“云爆”（cloudbursts）。可以想象的是，这一做法适用于很多类型的企业用户。公共云搭把手，传统数据中心就能卸载高峰、实现稳态运行。大大小小的企业也许想方设法更经常地使用云，避免把数据中心建得越来越错综复杂。让云管理人员管理相关的复杂性吧，他们擅长这个。然后企业可以按需使用、按用付费，不必一次又一次地过度配置硬件。

这不是痴心妄想吗？CEO 们担心客户数据进入公共云后就不在 IT

管理人员的监控之下了，这种担心有道理吗？ 活动尖峰不包括客户数据吗？

是的，工作负载尖峰往往包括敏感数据，所以 IT 管理人员需要分析哪些工作适合交给外部的公共云处理，哪些不适合。 如果从数据安全方面考虑，引起尖峰的工作负载应该留在内部，那么 IT 管理人员不必把它发送出去。 因为虚拟服务器被当作池化资源来管理，所以，运营经理卸下与尖峰等量的工作负载，就能空出所需的容量，使系统继续运行。 对于企业 IT 方面的计算机专业人员而言，这是一个新课题，但是，他们已经初步确认出哪些类型的工作负载可以转移到云中，并且不会对企业运营的安全造成多少威胁。

第一类这样的工作负载是软件测试。 为单个企业开发的、用于某些特殊目的、尚未完成、未经检验的软件，几乎没人想窃取此类信息，除非他的脑子进水。 在云环境下进行软件测试，就要让很多用户密集使用软件一段较短的时间，从云的定义可以看出，云最擅长这种工作。另外，与软件测试密切相关的新软件质保工作也可以放在云中完成。

第二类可以转移的工作是新应用的试运行，涉及让新应用和新应用所依赖的所有其他软件同时运行。 一个新的人力资源管理应用或者一个新的会计应用，先在试运行环境中启动，看看有没有什么问题。 有问题也不怕，因为试运行环境一直与企业数据中心的生产系统隔离着，生产系统不会受到干扰。

如果企业数据中心的运行环境已经虚拟化了，那么仅仅把虚拟机转移到云中就能让虚拟机在云中运行了吗？ 只在少数几种情况下可以，因为现在还处于供应商各自为政的阶段。 例如，亚马逊 EC2，是最通用的云之一，但是其虚拟机的运行，采用的是专用的虚拟文件格式，叫做亚马逊机器映像（Amazon Machine Image，简称 AMI）。 亚马逊不接受你在内部一直使用的比较通用的格式，要求你先把工作负载打包成它专用的 AMI 格式，再把工作负载包发送给 EC2。 云间对话要费上一番周折！

rPath 是一家把工作负载虚拟化过程自动化的公司，可以把你的应用和操作系统打包成 AMI 格式，通过其免费下载的工具 rBuilder 发送给 EC2。 Elastra 和 RightScale 也能胜任此项工作。 其他企业肯定很快也能提供同样的服务。 亚马逊网络服务网站上也有一些工具，你可以利用这些工具自己动手完成这一工作。

还有其他方法可以把私有云基础设施改造成能与公共云协调的样子。 如果你给应用装上 Eucalyptus Systems 公司的应用编程接口（application programming interface，简称 API），那么应用在私有云中的运行就会像在 EC2 中的运行一样。 在私有云中，应用将载入服务器，得到提示就运行，调用私有云里的暂时存储和永久存储，像在 EC2 中一样。 在私有云上使用与 EC2 一样的 API，就能给私有云装上与公共云一样的服务。 这样，在私有云和 EC2 之间分配工作负载时，协调工作就不那么令人头痛了。 部分工作负载可以转移到 EC2 目标服务器上运行，就像仍然在本地运行一样。 目前，桉树支持很多 EC2 服务，包括在服务器上装载虚拟机、调用弹性块存储（Elastic Block Store）暂时存储应用及其数据、调用简单存储服务（Simple Storage Service，简称 S3）长期存储应用及其数据。

Eucalyptus 是一个开源项目，由加利福尼亚大学圣巴巴拉分校计算机科学系发起，项目领导人是里奇·沃尔斯基（Rich Wolski）教授。Eucalyptus 严格模仿 EC2 提供的云接口，开发云接口。 亚马逊网络服务认为它的云 API 是专用的，其他云供应商不得使用，但是它似乎并不反对人们使用 Eucalyptus 开发的 API。 亚马逊想看到 EC2 的 API 尽可能广泛地为人所接受，所以既没有攻击也没有干涉 Eucalyptus 的 API 使用。 如果企业用 Eucalyptus 建造私有云，那么所建造的私有云将与 EC2 高度兼容，亚马逊乐于见到这种事情。 沃尔斯基与人合伙创办了一家企业，自己任 CTO，围绕 Eucalyptus 的 API 制造并推广产品，这家企业就是 Eucalyptus Systems 公司。 沃尔斯基说，他很有信心，认为不管 EC2 怎样发展，Eucalyptus 总是有能力与之保持兼容的。

2009年9月，Eucalyptus Systems公司提供了一个产品，该产品有望成为另外一个使用广泛的私有云组件。Eucalyptus企业版可以为在VMware虚拟化环境中建造的云服务提供API，是私有云中最常使用的一种API。过去，VMware的虚拟机和EC2的AMI格式之间有堵墙，因为两种格式建造虚拟机的方式不一样，所造虚拟机的功能不一样，因此两种格式无法兼容。然而，Eucalyptus企业版，调用转化器将VMware的虚拟机变成EC2可以识别的AMI。因此，VMware私有云中的工作负载现在可以跨越曾经用于隔离私有云和亚马逊云的边界迁移至亚马逊云。这为私有云和公共云的协调开辟了另外一条道路。Eucalyptus企业版是商用产品，不是开放源码，在多少台处理器上运行，就对多少台处理器收费。

在这一点上，Eucalyptus不再为亚马逊某些更先进的服务，比如简单数据库（SimpleDB）服务、亚马逊弹性映射简化（MapReduce）或者亚马逊关系数据库服务（Relational Database Service），制作通用API。然而，Eucalyptus扫清了建设私有云的几个障碍。核心的Eucalyptus API是开放源码，公众可以免费获得，使用Eucalyptus API建造私有云、以期与公共云联营的企业可能会越来越多。

Zend技术领导了另外一个相关的开源项目，就是为云应用服务制作简单API。该项目的任务是为不同公共云的同种服务制作通用API，并且向云供应商推广通用API。该项目的目的是允许在企业数据中心运行的应用可以调用，比方说简单存储API，接收某个云提供的存储服务（如果那个云支持简单API——这个“如果”很重要啊），另外一方面，因为简单API有助于营造公平的竞争环境，让新的云服务供应商有机会从新兴私有云那里吸引业务，所以简单API是有可能流行起来的。在简单API的帮助下，Nirvanix的SDN（Storage Delivery Network）和亚马逊的S3已经实现对话了。Nirvanix是一家网络存储供应商，它的SDN，全名存储交付网络，提供公共云存储服务。Nirvanix支持简单存储API，亚马逊不支持，但是，无论如何，S3是可以访问的，因为公众

可以免费获得 Eucalyptus S3 API。

游戏才刚刚开始，但是以上开源项目表明，私有云也许很快就会建造出来，并且做到与公共云协同运营。开放源码已经出现，商用产品还会远吗？在某些情况下，前端管理服务，比如 Skytap 和 RightScale，已经为云接受并管理来自企业数据中心的虚拟工作负载（即使它们是由不同的超级监督者产生的）。诸如 Skytap、RightScale 之类的公司也许会扩展这一能力，清除私有云和公共云之间的人造障碍。

云服务爆炸来了

为了说明为什么对以上可能性持乐观态度，我必须要指出出现的另外一个好现象。VMware 知道，亚马逊 EC2 是最流行的云基础设施，亚马逊想把世界转化成它自己的虚拟机文件格式，而不是转化成 VMware 的。VMware，反过来，想培植更多支持其虚拟机磁盘（Virtual Machine Disk，简称 VMDK）文件格式的云供应商。为了实现这个目的，VMware 向潜在云供应商提供 vCloud Express，用 vCloud Express 工具建造出来的客户自助配置式、即付即用式云服务，就要运行 VMware 虚拟机。VMware 知道，如果它能让云供应商使用 vCloud Express，那么它就比亚马逊网络服务多了一个优势，因为 IT 管理人员已经在企业数据中心里使用它的产品。

VMware CEO 保罗·马里茨（Paul Maritz）在 2009 年 9 月的 VMware 用户 VMworld 大会上说道：

"我们认为，这一联合概念——让内部资源和外部资源合作——会让威睿脱颖而出。"

《信息周刊》分析说：

尽管马里茨没有在旧金山大会上这么说，但是，对于流行的、容易

获得的亚马逊 EC2 服务而言，vCloud Express 是个很大的威胁。亚马逊依靠开源 Xen 超级监督者在云中运行工作负载，而不是依靠 VMware 的产品集。所以，亚马逊要求 VMware 客户把虚拟机转化成 AMI 格式。

VMware 正打算利用这一不兼容性，帮助其他云服务供应商以“使用简便”为武器与亚马逊对抗。

已经有云服务供应商想接受 VMware 的帮助，发展云业务。Terremark 作为一家在线数据中心，提供主机托管服务。2009 年 9 月 2 号，Terremark 的经理人说，Terremark 已经在自己的设施上实施 vCloud Express，将通过 vCloud Express 提供云服务，就像 RightScale 一样。另外，威瑞森无线公司（Verizon wireless company）商业计算事业部威瑞森商业（Verizon Business）和 AT&T 的经理人说，他们计划提供基于 vCloud Express 的服务，不过，他们提供的服务更高级，不再是入门级。威瑞森的云服务，计算即服务（Computing as a Service，简称 CaaS），自 7 月就开始运行 VMware 虚拟机了。萨维斯（Savvis），一家主机托管服务供应商，出租直接与互联网相连的数据中心，说它计划用威睿虚拟机和 VMDK 文件格式做同样的事情。

根据这种势头来看，云服务显然即将迅速膨胀。所以，“建造私有云，让私有云把工作负载尖峰交给公共云去处理”的想法也许并非如此遥不可及。如果数据中心可以实现稳态运行、不必担心偶然尖峰，那么 30 年来不得不过度配置数据中心的做法也许就可以彻底抛弃了。这样，计算机专业人员就有机会把更多的资源投入到开发新软件或新服务上，把更少的资源投入到维护上了。

嗡嗡声回来了

历次计算迅速膨胀期，聚会上总有明显的嗡嗡声。嗡嗡声是什么呢？原来是兴奋的人们在情不自禁地谈论最新科技是多么的了不起，

一定要利用最新科技做点什么。我记得，在 IBM PC 问世之前，在苹果麦金塔（Macintosh）诞生之后，在 Java 作为迅速兴起的互联网计算世界里看似最理想的语言出现之时，我都听到了那种嗡嗡声。2009 年 11 月，在加利福尼亚州圣克拉拉市举办的云计算大会及展会上，我再次听到那种嗡嗡声。

在 2008～2009 年的大萧条期间，计算机展会门可罗雀，看展览的人甚至没有卖产品的人多，不是因为企业不想买，而是因为企业不敢花钱买。在云计算大会中途休息期间，与会者聚在展会厅，谈论亚马逊最新的服务膨胀，谈论 Rackspace 和萨维斯的宣告。Rackspace 和萨维斯宣告，它们可以在自己的共享设施上提供私有云服务。它们真的能那样做吗？与会者在谈论，云中将出现大量的新服务——下个 Facebook，下一个能立即吸引 3.5 亿用户的好东西。那是兴奋的嗡嗡声，与会者肯定，就要发生大事了，并且他们会参与其中。

人们越来越明白，一种新资源已经形成，这种新资源让新的计算服务和新的计算服务联合成为可能。混合云就是一种新的计算服务联合，尽管还不完美，但是会带来很多机会。企业要想保持竞争力，必须利用这些机会。

第六章
克服阻力，引入云

“克服阻力，引入云”，这听起来简单。企业数据中心与公共云联合，形成一种新的互联网计算形式，可以实现以前无法获得的规模经济效益。但是，事实并没有那么简单。企业数据中心与公共云之间、不同公共云之间很难实现基于共同标准的顺利迁移，因为有很多既得利益者会设置障碍。

如果数据中心的未来是混合云计算，正如我们在第五章总结的那样，那么计算机运营经理必须能够在企业数据中心和公共云之间自由地移动工作负载。

只有在畅通无阻的情况下才能做到自由移动，但是现在的情况恰恰相反，企业数据中心和公共云之间障碍重重。技术障碍确实存在，但是我们可以首先说说几个人为障碍，比如，CEO 和其他高管对“云计算”一词的厌恶、不同虚拟化供应商要求的文件格式的不可兼容性、云服务供应商的专用化举措。但是，随着用户的技能越来越娴熟、网络标准越来越多、开放源码供应越来越丰富，人为障碍正承受着很大的冲击，有些很快就会土崩瓦解。

CEO对“云”名字的质疑

先从企业高层说起。根据《信息周刊》鲍勃·埃文斯（Bob Evans）的报道，2009年年底，惠普CEO马克·赫德（Mark Hurd），一个严肃得不能再严肃的人，面对一群CEO发表演讲，当他用“云”这个词形容未来的计算可能性时，很多人揶揄、嘲笑他，几乎把他赶下台。“这里，我要谈论云以及云中可能发生的各种很酷的事情。说完这句话，很多人‘嘘’我。嘘声正是从‘云’这个词语开始的。”赫德后来回忆道。

赫德说，那次经历让他明白，“云计算”一词并不适合描述他想谈论的东西。IBM的CEO萨姆·帕米萨诺（Sam Palmisano），赫德的老对头，两人很少有意见一致的时候，不过帕米萨诺也说“云”是个不幸的名字，建议用“高度虚拟化的基础设施”代替。“高度虚拟化基础设施”这个词语并不贴切，很多含义没有囊括在内，比如自助服务、终端用户授权、多租户性质等。

把帕米萨诺的改名提议放在一边，先说说对“云”这个词语的反对意见，那可真好找啊！很多人认为“云”这个词语容易引起困惑、造成误解，这种想法与拉里·埃里森的奚落如出一辙。甲骨文不久将直接涉足云计算，所以甲骨文2/3的经理人都认为，为了各地CEO的利益着想，埃里森也许应该澄清一下自己的讲话。另外一方面，那些没有时间仔细琢磨云的具体含义的人，将继续持反对意见。

不得不承认，“云”是个很难解释的词语。云描述了一种新的计算力分配模式和商业模式，因为这一计算力分配模式和商业模式尚未完全定型，所以云的含义还在不断地演变。最有可能的是，云迅速演变成更为具体的计算形式，反映某个特定的云会做什么。这些云将有更具体的名字，反映一种具体的计算机服务。

例如，IBM云。几乎可以肯定的是，IBM云将包含x86指令集服务器、专用IBM服务器，也许还包括IBM大型机群集。IBM云将是块

“异质云”，能够承接多种工作负载，或者可能是块“老旧系统云”，能够运行老 Unix 和大型机工作负载以及新 Linux 和 Windows 系统。 亚马逊做不了那些事情，所以，对云计算感兴趣的人，可以到 IBM 或者别处看看。 这样的数据中心，为了能够托管各种各样的数据中心应用，将牺牲几分管理简易性和规模经济效益。 迄今为止，IBM 仍然没有描绘出 IBM 云设施的架构蓝图，只是提供了一些有助于私有内部云运营的具体产品。

目前，不管赫德的听众是否喜欢，我们只能使用“云计算”这个一般性的词语，因为它抓住了本质——来自互联网（终极网络“云”）的大众型、平价型的服务。

数据和身份安全受到威胁

除了对名字持反对意见之外，CEO、CIO、首席安全官（chief security officer，简称 CSO）以及/或者数据库管理员还有其他方面的反对意见，他们都想知道怎么可能把企业最有价值的资产——数据——发送到防火墙之外。

随着大牌供应商和市场新锐着手解决这一问题，答案将在两年后见分晓。 很多情况下，碰到什么问题，老供应商不会在自己的实验室里解决，而是找到擅长解决该问题的企业，引进其技术。

可以找到一种安全的方法，在企业数据中心和公共云之间移动敏感数据，并且保证数据进入公共云之后的处理仍然是安全的。 但是早期的云计算创新还没有发展到这个地步，也无法保证数据所有者遵守所有的规定，比如管理零售交易数据的 PCI 规定。 正如我们讨论过的那样，亚马逊宣称在其公共云基础设施上托管私有云计算，采取的做法是：对业务的“私有”处理部分实行限制，比如，要求使用虚拟私有网络，即要求移到公共网络的数据加密。 企业反对将客户身份信息、健康状况、财务状况方面的数据发送出去，亚马逊的上述做法还不足以打

消企业的顾虑，但好歹开了一个头。长期来看，如果找到了安全的方法并且证明了该方法符合甚至超过企业的安全期望，那么企业也许就要修改数据安全管理规定，以适应新的云计算时代了。但是数据安全管理规定一时半会儿是修改不过来的，少说也需要几年的时间。老玩家（银行家、保险专业人员、股票交易人）要花上很长的时间解释通过云计算交换数据是安全的（尽管不受监管），然后再花上很长的时间说服企业与时俱进地修改数据安全管理规定。

上面说的是数据管理，下面说说另外一个棘手的问题：当用户在企业应用和云应用之间来回迁移时，如何管理用户身份。微软、销售力网和其他云供应商说它们已经可以提供“联合身份”（federated identity），即用一个身份管理系统处理几个不同应用的用户身份要求。当终端用户从一个应用转移到另外一个应用时，“联合身份”随着终端用户转移，这样，终端用户就不必提供多个用户名和密码。实际上，终端用户登录一次，就能访问所有应用，不必每换一个应用就认证一次身份，不管应用是在企业数据中心还是在公共云中。微软说，它不仅对来自目标企业的终端用户实施控制，而且可以识别并鉴定来自其他企业或者社会的终端用户。它进行身份管理，除了使用自己的活动目录（Active Directory）之外，还可以使用其他目录。它的身份平台（Identity Platform）用作终端用户访问控制的元目录。它使用的身份验证也多种多样。它允许应用要求某种独一无二的身份标识、数字证书、活动目录姓名及头衔或者 Windows 令牌（Windows token）。系统先提取身份标识（如果提取得到的话），然后提交给应用，应用接受或者拒绝身份标识。这种系统之下的身份是“基于声称的”（claimes based），或者说，只是一个声称的身份标识，直到被应用接受。有些企业，比如在科罗拉多州博尔德市新成立的 Symplified，说它们也可以依靠目录源在企业和云用户之间联合身份。

在我写这部分内容的时候，富士康（Fujitsu）高级总监丹尼尔·劳森（Daniel Lawson）说，富士康将在其位于得克萨斯州达拉斯市和加利

福尼亚州桑尼维尔市的数据中心推出云处理服务。 达拉斯中心肯定会遵守 PCI 规定。 那它是怎么做到呢？ 富士康可以实施安全文件传输协议（File Transfer Protocol，简称 FTP）设置，保证数据完整无损、保持原样地发送至目的地，并且保证随后的数据处理是安全的。 安全 FTP 设置，曾经被金融机构用来从一家事业部向另外一家事业部转移数据，现在被云供应商用来在企业数据中心与云之间转移数据。

富士康还往前走了一步，说它正在设计方法，用于处理包含患者医疗保健信息的“健康保险可移动性和责任法案”（Health Insurance Portability and Accountability Act，简称 HIPPA）数据。 HIPPA 规定的隐私标准非常苛刻，企业数据中心很难达到其要求，更别说云了。 任重而道远啊！ 富士康的劳森承认并非所有的医疗保健处理都适合交给云，但是他相信有些医疗保健处理可以在云中进行。

优利系统（Unisys）也宣布，它将提供支持企业云操作的服务，而且打赌，它能提供更安全的环境，这一能力将为它在未来的云计算角逐中赢得市场份额。 萨维斯、威瑞森商业和 AT&T 计划，将在 VMware 的 vCloud Express 软件包含的初级控制之外，提供基于 VMware 的云服务。 它们的卖点将是，操作更安全。

避免锁定

云倡导者将遇到最后一个障碍，供应商锁定。 在云计算的早期阶段，云用户必须警惕供应商锁定。 为了占据行业霸主地位，供应商总是企图利用专有产品或服务控制用户，这就是供应商锁定。 供应商锁定的例子有，IBM 利用大型机锁定客户、微软利用 Windows 锁定客户。以前的每个计算阶段，都有一段漫长的供应商争相锁定客户期，但是我很难相信，在云计算阶段，我们又要经历一次那种痛苦。 供应商有权让投资得到回报，短期来看，锁定能给供应商带来很大的回报，但是，长期来看，锁定只会破坏公平的竞争环境，妨碍供应商实现长远利益。

如果幸运的话，这次的供应商争相锁定客户期将不会很长。

但是，无论长短，我们还是要忍受，直到互联网上遍布云数据中心为止。角逐行业霸主地位有个漂亮的幌子：产权化努力（proprietary initiative）。在自由经济中，产权化努力是有价值的，正是它给我们带来了第一个云中心。但是供应商的产权化努力是一回事，终端用户迫不得已地永久沦陷是另外一回事。目前，云客户实际上没有什么办法避免某种程度的锁定。

例如，亚马逊网络服务依靠公众可免费获得的开放源码，比如 Linux 操作系统和 Xen 超级监督者，建造 EC2。这一做法很有意义，因为以后进行扩建时可以重复使用开放源码，不用支付许可费。建造 EC2 虚拟机所用的文件格式，尽管是基于 Xen 的，但是经过了亚马逊网络服务的优化。亚马逊网络服务想出了一种新格式，AMI，是 EC2 专用的。虚拟机文件格式允许把应用、操作系统以及虚拟机的所有部件结合在一起储存为单个文件。然后，那个文件，或者说虚拟设备，可以像苹果乐园或者任何其他数字文件一样进行储存、提取和移动。亚马逊没有公布任何细节，说明 AMI 文件是由什么构成的、与其他 Xen 超级监督者文件有何不同。但是，AMI 的不同之处足以阻止标准的、通用的 Xen 超级监督者运行 AMI。

如果想把工作负载发送给 EC2，那么你就要接受 EC2 的要求，把工作负载做成 AMI 格式。但是，当你决定不再使用 EC2 时，那些工作负载却不好提取出来、移到别处了，除非你自己能将 AMI 格式转换成其他格式，比如 VMware 的 VMDK 格式、微软的虚拟硬盘格式（Virtual Hard Disk，简称 VHD）或者中性输入/输出的开放虚拟化格式（Open Virtualization Format，简称 OVF）。

此外，亚马逊的 AMI 只能用于 EC2，不能让客户用于自己的内部数据中心。长远来看，亚马逊一定会提供工具，让 EC2 和客户数据中心之间的混合云更容易管理，让数据更容易来回迁移。但是就今天而言，AMI 是个绊脚石。

AMI 造成的锁定并不严重，毕竟，AMI 与其他格式可以互相转化（尽管有些麻烦）。 但是，对于准备不足的终端用户来说，AMI 确实是个障碍。 为了让工作负载移入 EC2，亚马逊提供免费的 AMI 建造工具。 AMI 建造工具也可以从独立供应商那里获得，比如 rPath，甚至有专门的供应商帮你把当前的虚拟机转化成 AMI 工作负载并收取一定的费用，另外一方面，RightScale、FastScale、Elastra 等供应商可以把 AMI 转化成能在别处运行的格式，或者提供工具让你自己把 AMI 转化成能在别处运行的格式。 但是，这并不是云需要的那种最有利于业务发展的畅通无阻式的来回迁移。 这种迁移，除了要收取服务费用之外，还有一个潜在风险——转化格式之后，虚拟机可能无法运行或者运行不畅。

还有前面提到过的中性格式，OVF。 迄今为止，亚马逊对 OVF 的态度一直不明确。 一个标准机构，分布式管理任务组（Distributed Management Task Force，简称 DMTF），把 OVF 设计成中性格式，虚拟机可以用这种格式在网络上迁移。 实际上，OVF 是一种移动格式，虚拟机不能用 OVF 格式运行。 OVF 是一种冷冻干燥模式（Freeze-dry pattern），直到目标超级监督者确定下来才会解冻。 然后，OVF 必须转化成那个超级监督者偏爱的专用格式。 用 OVF 格式建造的虚拟机，可以在 VMware、微软或者思杰系统超级监督者下移动，这几个品牌的超级监督者都读得懂 OVF，它们会接受虚拟机，转化成自己偏爱的格式，这样，虚拟机就能在宿主机上运行。 所以，用于把虚拟机移入宿主机的共享 OVF 格式，代表着相互竞争的供应商在进行初级水平的合作。 然而，使用 AMI，一旦进入就很难出来。

为什么这一点很重要？ 人们正在消除这些障碍。 提供一种工具把 AMI 变回 OVF，对亚马逊而言是比较容易的，但是亚马逊一直没有这样做，就像之前的技术先锋为了保住霸主地位一直疏远中性格式一样。但是，云计算并不是任何单个供应商的创新成果，很多机构和个人在互联网标准和网络服务标准方面都为云作出了贡献。 从长远来看，难以

迁移将阻碍云计算的采用，直到终端用户找到很多方法解决这个问题、供应商不得不放弃专用格式为止。没有哪个云擅长云计算的每一种格式，现在不会，将来也不会，所以用户自然希望在不同的云之间迁移，让不同的云完成不同的工作。长远来看，供应商如果坚持世界应该遵守它的标准（只遵守它的标准），那么它将发现“新客户会越来越难找”。

很多人觉得亚马逊 EC2 很有用，因为它知道如何建造 AMI。但是，EC2 的用户也应该保持警惕。新工具或新服务会如雨后春笋般出现，会帮助你把 AMI 转化成 OVF 或者其他某种熟悉的虚拟机格式。如果要求你的亚马逊代理人进行逆向转化，重复多次以后，数据也许会失真。在云计算上，客户没有多少控制权，但是与以前的计算阶段相比，客户的控制权增加了很多。

而且，亚马逊的按小时计费机制一直很具竞争性，足以成为一个事实标准，其他供应商必须努力满足这个标准。微软把 Azure 云的小时费率定得稍微高于亚马逊 EC2（尽管 Azure 云的工具更丰富、服务更多）通过这个事实标准，亚马逊强迫其他主要供应商把价格定在 EC2 价格附近，这个价格也许低于其他供应商的理想价格。

尽管三大 x86 虚拟化供应商 VMware、微软和思杰系统已经同意支持 OVF，但是这并非意味着它们之间可以直接对话。相反，它们的支持是有水分的，是条“单行道”，也就是说，每家供应商都愿意帮助客户把虚拟机从竞争对手的格式转化成自己的格式，但是不会帮助客户把虚拟机转回为原来的格式，甚至不转成 OVF。每家供应商都想把竞争对手的客户抢过来，但都不为客户在云间移动工作负载提供方便。前面的计算阶段连这种初级水平的合作都没有。但是，正如我所说的那样，单行道只能做到这些，自由迁移还只是梦想。

很多人认为，只有云和企业数据中心之间以及不同云之间变得畅通无阻，云计算的各种可能性才能实现。但 OVF 以及不同供应商之间的现有合作水平，还不足以保证这种畅通无阻。所以，主要还是靠用户

自己多加注意。如果你想使用其他供应商的云，那么向现在的供应商好好解释一下为什么你要这样做，以争取它的理解。如果它不协助你，你也许可以威胁它一下（当然，大客户的威胁才有用）："若不提供方便，以后就不用你了！"供应商迟早会明白其中的利害关系。

企业有很多理由采取这种强硬姿态。有些供应商擅长布置、拆卸软件测试环境；有些供应商（Skytap，SOASTA）擅长捕捉测试结果；有些供应商也许某天变得擅长执行在线交易、安全地存储交易结果；有些供应商（销售力网、微软、Engine Yard、IBM、Heroku）也许可以提供丰富的托管工具集，用于在某个云中建造软件，建造出来的软件以后将在这个云中或者在亚马逊 EC2 中运行。这样的云"框架"可以让很多底层任务（比如，连接至网络、调用专门的 API）实现自动化，并加快软件开发过程。

对于虚拟化供应商和云供应商而言，假装客户只需使用一种形式的云计算（它们的那种），不过是在掩耳盗铃。有选择，才会有更多的企业使用云计算。妨碍多样化进程的供应商，最后只能是搬起石头砸自己的脚。但是，供应商仍然有很强的锁定客户倾向。

利用专用软件格式锁定客户的并不是只有亚马逊一家。一流虚拟化供应商 VMware，其 VMDK 是专用格式，细节对公众始终保密。亚马逊和 VMware 的做法说明，很多供应商利用技术优势防止客户太过挑剔。

另外一方面，微软在想方设法阻止 VMware 独吞虚拟化市场这块大肥肉。微软只有几件武器，其中一件就是协调 Azure 云中 Hyper-V 虚拟机的运行与企业数据中心里 Hyper-V 虚拟机的运行。这样，客户就可以建造混合 Windows 云。从这个方面来说，微软的虚拟化做法优于 VMware。

VMware 明白企业虚拟化与云计算的联系，但是它本身不是云供应商。为了给客户创造类似的机会，VMware 通过 vCloud Express 播种与 VMware 虚拟机兼容的云。9 月，VMware 宣布，云供应商可以用

vCloud Express 这套软件及工具建造低端云服务，包括自助配置、按小时计费、均衡负载。 Terremark、Bluelock、RightScale 和 Hosting. com 都是类似的云服务供应商或者其他服务供应商的前端，它们说它们正在实施 vCloud Express。

有件事可以说明前端的成功对 VMware 而言，是多么的关键，这件事就是，VMware 公布了 vCloud API，详细指出了任何第三方怎样能与 vCloud Express 供应商建立联系。 2009 年 9 月，VMware 向 DMTF 提交了 vCloud Express 规格。 提交给 DFTM 之后，vCloud Express 规格就算是发表了，有望成为公共标准。 VMware 没有对它的虚拟机文件格式和其他专用技术这样做。 vCloud API 是第一个由云供应商提交给标准机构标定的 API（在 VMware 之后，富士康于 12 月份提交了富士康云的 API 规格）。

其他云供应商正在设法利用 VMware 对云计算的支持。 AT&T Synaptic 云服务、威瑞森商业和萨维斯都说，它们将开发托管 VMware 虚拟机的高级云服务，包括深度安全（in-depth security）。 AT&T 实际上于 2009 年 6 月具备了 VMware 虚拟机的托管能力。 RightScale 的 CEO 迈克·克兰德尔（Mike Crandell）说，RightScale 将开发虚拟机模板，客户可以利用该模板配置服务器、部署到所选的云中。 到目前为止，有两个目标云可选：EC2 和 Rightspace。 此外，RightScale 将有能力在三大虚拟机供应商中随便哪家的虚拟机上配置工作负载。 能够把服务器部署到各种各样使用不同格式的云中，这有可能成为前端服务供应商的长期卖点。

在另外一端，思杰系统和微软，一对密切的商业伙伴，都同意支持微软的 VHD 文件格式，这样，x86 虚拟化第二大供应商和第三大供应商就联合起来对抗公众接受度更高的 VMware VMDK。 微软 Azure 云将运行 VHD 文件格式，但是，与 VMware 的 ESX 超级监督者和 VMDK 格式文件都不兼容。 又是一个转化问题：VMware 客户如果想用基于 VHD 的云，就必须想办法把 VMDK 格式转化成 VHD 格式；反之亦然。

到目前为止，VMware 的客户，没有几个表现出过迁移倾向。 VMware，虚拟化市场的领军者，2009 年年收入为 20 亿美元，一直致力于改善企业数据中心里 VMware 虚拟机的管理环境。 然而，虚拟化市场膨胀迅速，很难预测两三年之后的虚拟化市场会是什么样子。 根据高德纳的说法，只有 16% 的数据中心应用或者工作负载已经虚拟化了。这样，大部分市场还有待瓜分。 高德纳预测，到 2012 年，50% 的数据中心工作负载将已经被虚拟化，所以虚拟化市场的格局还会发生变化。

各大供应商互相竞争，力争让自己的专用文件格式成为主导文件格式，所有这一切实际上都表明，云计算鼓励开放标准。 为了让更多企业用微软 Hyper-V 将服务器虚拟化，微软不仅与思杰系统联合支持 VHD，而且承诺，VHD 将仍然是开放格式，不管怎么变化，客户都不需要升级成新产品、支付新的许可费。 微软的这一承诺以开放规格承诺的形式作出，尽管没有法律约束力，但是具有很强的公信力。

现在，VMware 是虚拟化市场的霸主，迫于压力，微软采取了比 VMware 更为开放的姿态对待虚拟机格式文件。 开放规格承诺并不等同于真的公开规格、接受标准机构的管理。 然而，保障规格具有一定的开放性，不管采用什么方法保障，都优于让规格保持纯粹的专用性。微软的姿态，加上与思杰系统联合对虚拟化市场产生的日益强大的影响力，也许终有一天会追使 VMware 跟随其后，增强 VMDK 的开放性。

这里，最重要的是认识到，企业用户的虚拟化选择最终将指导其云决策。 当客户想在数据中心与云之间移动数据，兼容的虚拟机格式就是一个优点，不兼容的虚拟机格式就是一个缺点。 VMDK、VHD 与 AMI 之间的区别并不大，三者可以调和成一种公共参考标准，让云与云之间的迁移变得更加容易。 但是，那会将市场头名拉下霸主之位，与其他供应商在同一水平公平竞争。 我认为，这种事情暂时还不会发生，除非云计算被广泛接受，竞争焦点移至新的一端（想了解一种完全不同的锁定，请看附录 C。 在附录 C，《信息周刊》博客专栏《直插云霄》的编辑约翰·福雷阐释了粗心大意的用户是怎样仅仅因为移出数

据的成本太大而被某个云供应商锁定的。）。

然而，有种方法可以对抗供应商的专有权益，那就是，客户团结起来，列出自己的偏好，以正式通知的形式告知供应商。最好的方式就是，付费客户指出云间自由迁移的优点。早一天实现云间自由迁移，就能早一天实现云计算的巨大潜力，而且我不认为这会让有实力的供应商蒙受损失。用户群里往往能够产生善于传达此类信息的发言人。

2007 年，在旧金山虚拟化大会即将结束之际，AMD 的软件开发总监玛格丽特·刘易斯（Margaret Lewis），运用其杰出的编剧才能（如果算不上治国才能的话），把 VMware、XenSource 和微软的与会代表拉到主席台上坐在一起，并把这一幕拍了下来。其间，每个人都被问到，是否愿意让各公司的虚拟化产品具有相互操作性（interoperability）。

VMware 当时的生产管理高级总监帕特里克·林（Patrick Lin）、微软的 Windows Server 生产管理总监鲍勃·藤擦（Bob Tenszar）、XenSource（现在是思杰系统的一部分）的市场营销副总裁约翰·巴拉（John Bara）都同意，各企业的虚拟机格式最好能够兼容，还说他们正在幕后为实现这个愿望而努力。在一篇报道中，我把那次为实现相互操作性而奋斗的宣言称为“虚拟库姆巴雅”[①]——晚上，我们围着篝火唱歌；白天，我们各走各的路；然而，三大巨头说自己正在为实现相互操作性而努力的一幕被记录了下来。

两年后，也就是 2009 年 2 月，我参加在旧金山举行的云计算论坛，回想起计算行业在这方面的落后状态，于是问一群云专家，什么时候，虚拟机的运行格式能像迁移格式 OVF 一样实现共享。他们用外交辞令回答了这个问题。

亚马逊的杰弗里·巴尔（Jeffrey Barr）说：“我不认为，我们不公开 AMI 格式，就会阻碍任何真正的进步。”

---

① 库姆巴雅（Kumbaya）是非裔美国嘎勒黑人的一首传统圣歌（字面意思为“到这里来吧”），该歌曲曾流传至安哥拉，之后又再次流传到了美国，并发展为一首流行的夏令营的孩子们必唱曲目。作者表示：“这是一首歌颂团结一致的优美歌曲，理应得到更多的尊重。”——译者注

埃森哲的云计算总监约瑟夫·托博尔斯基（Joseph Tobolski）当时也在专家组中，他后来在一次受访中支持巴尔说道："巴尔的话很有道理，现在还不到调和各种不同格式的时候，且等着吧！"

这个专家组阐释了行业人士的理解：供应商有权使用专用格式，直到市场经过彻底洗牌，确定出最后的赢家为止。让市场决定是否需要调和吧。

在这件事情上，刘易斯一如既往地为虚拟化供应商的做法辩护。思杰系统已经让它的格式与微软的 VHD 联合，微软和红帽（Red Hat）已经同意在虚拟机上支持彼此的操作系统，DMTF 已经在大家的同意下公布了 OVF。刘易斯说："我们看到，我们的软件合作伙伴在以往的任何时候都齐心协力。我们正在达成一致意见，我们正在结盟。"

在一篇博客上，我对这些回应进行了总结，然后指出，一个小小的举动就能给客户带来很大的方便，但是，强大的技术供应是多么容易被人假装看不见，人们只是一门心思地追求自己的利益。

"供应商是内行，掌握的信息较多，终端用户是外行，掌握的信息较少，供应商经常利用这种信息不对称欺负终端用户。但是，我要指出一点，哪里有压迫哪里就有反抗，终端用户最终会造反的。这次我采访了行业人士，下次我要采访终端用户，听听他们的声音。"我始终认为，造反是终端用户让强大的供应商倾听自己声音的为数不多的几种方法之一。

云用户应该马上行动起来，熟悉几种对云计算专用性质造成压力的开放源码。在某些情况下，云用户可以利用开放源码敲开紧闭的大门、建造与专用云相互操作的私有云（不管云供应商是否公开了它的格式）。开放源码也许会成为获得云间移动性的方式之一。

我在前面介绍过的 Eucalyptus 项目，它提供的云 API，能够在一些简单功能上模仿亚马逊 EC2 API 的行为，这些简单功能包括加载工作负载、访问 S3，或者使用临时弹性块存储等等。使用这些 Eucalyptus API 意味着，私有云可以与亚马逊 EC2 相互操作。亚马逊必须明白，容忍

开放源码，有助于 EC2 开疆拓土，对亚马逊有好处。 亚马逊没有采取行动反对或者阻挠 Eucalyptus 的实施者。

乌班图（Ubuntu），Canonical 公司推出的基于 Linux 的开源操作系统，现在把 Eucalyptus 开放源码打包在内了。 Canonical 和 Eucalyptus Systems 公司都提供咨询服务，帮助企业建造与亚马逊云兼容的私有云。

Eucalyptus Systems 公司改进了 Eucalyptus 项目最初的开放源码，让其能力扩展至其他专用产品。 Eucalyptus API 原先只支持使用开放源码（KVM 和 Xen）。 Eucalyptus 企业版，还支持 VMware 的 ESX Server 超级监督者。 Eucalyptus 企业版因此可以变成使用广泛的私有云组件。过去，VMware 用 VMDK 文件格式建造的虚拟机与 EC2 的 AMI 之间存在一堵墙。 这两种格式建造虚拟机的方式不同，互不兼容。 然而，Eucalyptus 企业版包含一个转化器，能把 VMware 的 VMDK 虚拟机变成 EC2 能够识别的 AMI。 VMware 私有云中的工作负载现在可以跨越边界迁移到亚马逊云中运行。 这为公共云和私有云之间的协调开辟了一条道路。

在这一点上，Eucalyptus 不再为亚马逊某些更先进的服务，比如简单数据库服务、亚马逊弹性映射简化或者亚马逊关系数据库服务，制作通用 API。 然而，Eucalyptus 扫清了建设私有云的几个障碍。 因为 Eucalyptus 是开源代码，所以公众可以免费获得核心的 Eucalyptus API。

Zend 技术领导了另外一个相关的开源项目，就是为云应用服务制作简单 API。 该项目的任务是为不同公共云的同种服务制作通用 API，并且向云供应商推广通用 API。 该项目的目的是允许在企业数据中心运行的应用可以调用，比方说简单存储 API，接收某个云提供的存储服务（如果那个云支持简单 API——这个“如果”很重要啊）。 另外一方面，因为简单 API 有助于营造公平的竞争环境，让新的云服务供应商有机会从新兴私有云那里吸引业务，所以简单 API 是有可能流行起来的。 在简单 API 的帮助下，Nirvanix 的 SDN 和亚马逊的 S3 已经实现对

话了。 这意味着，建造成在某个云中运行的应用，不用做什么改变，就可以转移到另外一个云中，调用那里的服务。

游戏才刚刚开始，但是以上开源项目表明，私有云也许很快就会建造出来并且做到与公共云协同运营。 在某些情况下，前端管理服务，比如 Skytap 和 RightScale，已经为云接受并管理来自企业数据中心的虚拟工作负载，即使它们是由不同的超级监督者产生的。 诸如 Skytap、RightScale 之类的公司也许会扩展那一能力，清除私有云和公共云之间的人为障碍。

拥护云标准的势力

DMTF 推出了开放云标准孵化器的培育规格、API 以及其他有望成为云计算标准的东西。 2009 年 11 月，DMTF 发布了一本 21 页的白皮书《相互操作云》（*Interoperable Cloud*），其中心意思就是我们在本章一直强调的一个观点："对用户来说，采用标准接口，为日后扩展留有余地，避免被供应商锁定，这很重要。"该白皮书可以在以下网址找到：http://www.dmtf.org/about/cloud-incubator/DSP_IS0101_1.0.0.pdf。

云安全联盟（Cloud Security Alliance）致力于推广共享标准和云计算安全的最佳做法。 它正在与 DMTF 缔结伙伴关系，在云系统管理标准方面开展合作。

另外一个团体，开放网格论坛（Open Grid Forum）的使命是讨论大型群集（称作网格）的管理标准草案。 它还与 DMTF、云安全联盟、存储网络化行业协会（Storage Networking Industry Association）和开放云计算联盟（Open Cloud Consortium）合作，讨论云计算标准。 很多云供应商和少数云用户加入了这些团体。 云安全联盟的创立者之一吉姆·雷维斯（Jim Reavis）说："培养对云计算服务的信任，是促进云计算服务成长的关键。"雷维斯所言不虚，但是，除非这些团体获得市场领

军者的支持，否则它们最终的结局就是：自说自话，眼睁睁地看着云客户逃出一家供应商的锁定，又掉进另外一家供应商的锁定。很多开放标准机构是由那些没有领导技术创新，但是想分一杯羹的供应商组成的。开放标准让它们得以进入市场，允许它们投资那些与市场领军者的产品有联系的产品（如果它们能让领军者遵守标准的话）。

这样，简单 API，一个潜在价值巨大的跨云计算方式，不仅得到了 Zend 技术的支持，而且得到了 IBM 和微软的支持。支持者当中没有见到亚马逊网络服务的身影，因为它一直是公共云基础设施供应商的霸主。云客户需要保持警惕，货比三家，在必要的时候接受某种程度的锁定。但是客户永远都不该丧失与锁定作斗争的意愿。

云供应商本身依靠着互联网，而互联网是用开放标准建造的，比如伯克利互联网名域（Berkeley Internet Name Domain，简称 BIND）和发送邮件（Sendmail）。另外，云供应商在建造自己的基础设施时，往往也依靠开放源码，所以它们的基础设施是半开放的（即使它们不愿意）。客户希望标准更加开放、跨供应商移动更加简便，供应商非常了解这一点，但是它们不会自愿往那个方向发展。那个目标的实现取决于你们——云用户！在供应商为实现那个目标设置障碍时，你们要坚决反对。供应商紧守的那扇门已经开了一条缝，你们要祈祷那扇门完全地打开。

第七章
IT 重组

不管 IT 企业是否愿意，公共云正在强烈地影响着它们。

在某些情况下，IT 企业对云计算表现出兴趣（尽管 CEO 和其他高管仍然持怀疑态度）；在另外一些情况下，IT 企业非常了解，云计算存在很多不确定性，会带来很多令人头痛的问题，于是尽量与云计算保持安全的距离。如果 CFO 不断地听说云可以作为新范式的效益，于是便会问“为什么我们不利用它？”这个时候，作为计算机专业人员的你该怎么做呢？

我们已经进入这样一个时代——那些明白有人反感“云计算好处无处不在论”的人，仍然希望引入云计算，彻底检验一下云能给企业带来什么好处。有个人占据了一个绝佳位置，可以非常方便地观察这种举动，这个人就是雷斯特·诺罗德，戴尔的副总裁，同时也是为大型互联网企业建造客户服务器的戴尔数据中心解决方案事业部的总经理。

诺罗德说，公共云到了一个转折点，早期采用者度过了试验阶段，正在把非关键工作负载移入云中。在亚马逊网络服务和 Rackspace 之外，又有几家企业开始按小时出租互联网数据中心里的服务器，包括

AT&T Synaptic 云服务、威瑞森商业和 Joyent。

人们对公共云日益感兴趣，开始考虑能否把企业数据中心建造的像公共云一样。2010 年年初本书初稿即将完成之际，《信息周刊》团队到坐落在得克萨斯州朗德罗克市的戴尔大学采访诺罗德，诺罗德说："我们认为，随着企业对私有云兴趣的急剧增加，私有云也将开始大量繁殖。"

《信息周刊》团队让诺罗德描述私有云，他开玩笑说："它是能解决一切问题的灵丹妙药。"不过，他能用简短的语言描述私有云——它是企业数据中心内部作为一个整体来管理的一群虚拟服务器，云群集能够根据高负荷应用的需求进行扩展或收缩。

诺罗德的事业部，主营业务是大批量地定做服务器，其客户有互联网搜索引擎企业，比如雅虎和 Ask. com，还有亚马逊网络服务、微软（Bing 搜索引擎和 Azure 云）以及其他云服务供应商。戴尔通过诺罗德的事业部了解云服务器的设计情况，并据此为企业客户建造服务器。当客户或潜客让戴尔推荐云服务器时，诺罗德的团队便会拿出几个经过检验的设计说事儿。

如果一家 IT 企业没有经历试验阶段，那么还是有几种方法可以让它在整个企业下定决心重组以前预测重组过程中、重组结束后会遇到什么情况。云计算的根本目标是提供一种更灵活、更易管理的计算架构，帮助企业应对未来的挑战。在这个根本目标之外，CEO 和其他高管可能还会设置其他目标。重组过程中，必须清除一切不利于实现其他目标的借口托词和消极抵抗情绪。

不管 CEO 和其他高管设置了什么目标，要想成功地重组，IT 员工必须预测将来会出现什么挑战、应对这些挑战需要哪些知识和技能，以为之做相应的准备。有些企业用户，它们需要资源，而且也许（也许没有）意识到了可以通过云式做法获得那些资源。IT 员工可以与那些企业用户合作，完成预测和准备工作。

如果 IT 员工能够认识到 IT 需要重组，那么他们就能成为重组的动

力而非阻力。 如果经检验云这种计算模式确实更灵活、更经济，那么就该把云发展成通用商业平台。 如果 IT 员工要在 IT 重组中扮演重要的角色，那么他们必须根据新范式的要求学习新技能。

连那些对使用公共云持开放态度的组织也会发现，很多应用、很多数据需要留在组织内部。 如果公共云的使用已成定局，那么公共云的工作负载和留在内部的应用之间将出现新的协调问题。 确实，IT 员工需要发展的第一项新技能就是，能够决定哪个应用去往哪里。

正如诺罗德指出的那样，早期采用者正在把“非关键”的工作负载移入公共云，所谓“非关键”，是指并非企业日常运营必不可少的。软件开发团队需要很多资源，尤其在一个主要的新应用即将完成开发之际。 新开发的软件必须接受测试。 进行软件测试，必须模拟软件真正投入使用时（即在日常运营或者生产中发挥作用时）的运行环境，必须让软件与其他相关软件一起运行，必须考虑所有可能的变量和软件可能发生的组合，看看是否有某个或者某些部分不合格。

数千个测试会吃掉几十甚至几百台服务器的 CPU 周期。 为了满足测试的需求，开发团队经常被迫借用甚至盗用一些服务器。 开发团队只有通过测试，才能在投入生产以前解决掉软件中的缺陷和漏洞，不然这些问题以后会让企业付出惨重的代价。 测试是非常适合转移到云中的工作，在云中，不会出现虚拟机短缺的问题，而且用户是租赁服务器，按小时付费，比自己购置服务器划算得多。

进行财务交易的商业应用恰恰相反，它们是企业的核心——处理的是敏感数据，如果它们崩溃 44 分钟（亚马逊 EC2 数据中心的某部分最近就发生过这样的事情），企业就会立即遭受损失。 所以，IT 员工不能让这些任务关键型程序脱离自己的控制，他们冒不起险，云中断期间，这些任务关键型程序就会崩溃。

云供应商会说，与一般的企业数据中心相比，它们的数据中心出现崩溃的可能性较小。 令人叹为观止的谷歌搜索引擎似乎总是可以运行的，不管是在一天之中的哪个时间，不管是在世界的哪个地方。 然

而，使用广泛的谷歌 Gmail 应用就不同了。 2009 年，Gmail 应用经历了几次短暂的中断，在用户中间普遍激起了消极反响。 就云服务的质量而言，很少有企业能与谷歌匹敌。 所以，我们必须把谷歌的中断当作一记警钟，认识到任何供应商都可能发生这样的事情。 例如，Workday，一个财务管理与现金管理应用供应商，于 2009 年 9 月 24 日发生了一次持续 15 小时的中断事故。 微软，一家经验丰富、资源充足的在线服务供应商，其 Bing 搜索引擎于 2009 年 12 月 3 日中断运行半个小时。 根据微软的说法，那次中断是由"内部测试期间的配置变化"引起的。 这一变化导致 Bing 在复工时出现故障。 这类配置错误——人为错误——是主要的中断原因之一，所有数据中心都深受其扰，云数据中心也不能幸免。

因此，处理敏感数据（比如个人身份、财务数据、医疗保健数据）的应用，便不能轻易地转移到云中运行。 所以，企业有违反萨班斯法案（Sarbanes Oxley Act）、PCI 或者 HIPAA 规定的风险。 这样的应用应该贴上"禁止入内"的标志，直到未来的某一天，安全专家可以保证云运行的安全性为止。

很多计算密集型（compute-intensive）工作处于以上两个极端之间。 网站日志是一种宝贵的财富，人们从中可以挖掘信息，找出用户在企业网站上的活动规律。 然而，分析几个月的网站日志，这个工作计算量非常大。 需要根据用户访问分解数据，细到一次又一次的鼠标点击，直到描绘出很多用户的漫游路径图。 忠诚买家的漫游路径是什么样的，与只逛不买的人和只查询信息的人有什么不同？ 有没有办法让只逛不买的人的漫游路径更加直接地通往购买决策？ 怎样做可以简化决策路径，方便买家？ 什么时候只查询信息的人会变成买家？ 只逛不买的人的流量与买家的交易冲突吗？ 企业如何检测这样的冲突，赋予那些准备花钱的人以优先权？

收集多个服务器日志，对网站进行一次细微分析，就能得到这些问题的答案，但是这个工作需要耗费大量的时间和精力。 企业数据中心

往往不能长期提供大量冗余容量，所以这项工作往往不了了之。

这正是云计算大显身手的时候。在企业数据中心之外进行这样的分析，就能为企业节省资本支出，空出企业数据中心的服务器，让它们专门负责交易和其他不能转移到云中的核心功能。

很多企业内部可能已经有人具备某些技能，能够决定哪些工作负载应该在哪里运行。那些管理外部供应商或者外包项目的员工会发现，管理云中的工作也会涉及类似的问题。因此，企业需要明确目标，制定 SLA 时要纳入保证某种独立监控的条款。

正如我在 2009 年 11 月 30 号的《信息周刊》上报道的那样，与外包项目一对一的性质有所不同，云计算有自己的特色。云计算在共享基础设施上运行，所以不好客制化。有人把外包项目比作租用普通的房子，把云比作租用宾馆的房间。云用户需要考虑与其他用户共用物理服务器的风险（即使每个用户都被局限在自己的虚拟机上）。

一种方法是与云供应商签订 SLA。在云计算的当前阶段，SLA 仍然是例外而不是规则。亚马逊 EC2 在试运营的头两年不提供 SLA，现在提供。然而，很多用户没签 SLA，这些客户会发现，如果应用进入无限循环，那么他们只有关闭应用，换一台服务器再试一次。如果服务器元件出现故障，服务器慢慢停止，那么工作负载也会慢慢停止。但是，除非你有 SLA，否则亚马逊概不负责。亚马逊的技术支持告诉用户，上述问题的答案在于，客户应该学会如何在应用中建造失效切换功能，然后再在 EC2 租用一台服务器作为失效切换目标待命。对于一个只提供基础设施的供应商来说，这一切都是公平的，除非你购买了 SLA ——那要另当别论。

上述责任分配问题是一个挑战。另外一个挑战就是，满足 CFO 和 CEO 的期望——云将降低企业计算基础设施的成本。CFO 明白，云供应商提供了设备的基建投资，所以他期待引入云能降低资本性支出、控制运营性支出。

实现以上目标的一个方式是发展“云爆”容量管理技能。“云

爆”，一个朗朗上口的名字，指的是借助云资源卸载活动尖峰，避免购置更多服务器。在基础设施供应商那里按小时租赁服务器卸载活动尖峰，每次几小时，一年几次，计算下来，总租赁费用远远低于添置服务器的费用。但是，云爆本身也有风险。如果活动尖峰到来之时云服务器启动不了怎么办？那会危害企业与客户的 SLA 吗？如果应用启动了，但是在运行过程中突然崩溃，丢失了已经开始处理的数据，那会怎样？如果为了结账，应用必须重构正在使用的程序，那么这将耗费大量的时间和金钱，大到远远超过节省下来的那笔资本支出。任何 IT 管理人员都宁愿花钱再买一台服务器，而不愿与会计磨嘴皮，因为后者会要求前者详细指出故障停机引起的每项成本支出。

全球很多 IT 人员都在谈论云爆的现实性——想象中的节省真的可以实现吗？迄今为止，没人给出明确的答案。与云一起最容易遭人怀疑的就是今天的经济气候。在低迷时期，企业很难增加甚至维持资本预算，也很难接受一台服务器在 95% 的时间内闲置 85% ~90% 的容量这一事实。电费是经营数据中心最高的持续性成本之一，云数据中心建造商一般把设施建在电价便宜的地区，还设计出很多节能特性，省下大笔费用。企业如果利用云数据中心里的容量，就能跟着节省费用。

云爆是一项模糊的工作，从事这项工作的人想确保他们在云中租赁的虚拟机真的会迅速启动、持续运行、执行任务。亚马逊 EC2 提供云监控服务，这项服务要另外为每台服务器每小时收取 1.5 美分的费用，使用这项服务，用户可以看着其虚拟机处理数据、交付结果。很多用户想从第三方的监控服务中寻求保障。比如，Hyperic HQ 开源网站监控软件供应商 VMware Hyperic 事业部提供的监控服务 CloudStatus，能够连续不断地监控亚马逊 EC2 和谷歌应用引擎云。

IT 员工需要学会监控正在远程运行的应用，解释自家监控系统提供的信息与供应商提供的信息之间的差异。如果响应时间变长，那么对云用户而言重要的是，知道问题是与云中服务器的运行状态有关，还是因为通往云的路径上的路由器出现了故障，引起了某种新的网络延

迟。 如果供应商给出一个服务器运行状况统计图表，那么对云用户而言重要的是，根据自家监控系统提供的信息也绘制一个服务器运行状况统计图表，看看两张图表能否对得上。 如果供应商的图表显示服务器的正常运行时间达到了 100%，你自己的图表显示上星期出现过一次 30 分钟的中断，那么你首先要确认自己的图表没有错误，然后做好与供应商交涉的准备。

Apparent Network 的网站 www. PathViewcloud. com 推出的一项新服务，可以提供有关移动工作负载到云中、从云中取回结果所涉及的网络路径和网络延迟的细节信息。 如果虚拟机停止运行，那么 PathView-Cloud 可以指出，问题是出自途中的网络还是末端的数据中心。

只有学会独立监控云中虚拟机之后，才能获得本地虚拟机和云中虚拟机的联合视图。 如果一个系统管理控制台能同时监控本地虚拟机和云中虚拟机，并将两者运行状况整合成一个逻辑视图，那么 IT 员工就不再需要既具备本地虚拟机方面的专业知识又具备云中虚拟机方面的专业知识，云计算就能节省更多的钱。 但是，现有的云计算监控系统根本不知道你正在本地使用什么物理资源，因为那不是它们的工作，而且同样，你的本地系统管理一点也不清楚云中正在运行什么。

传统的系统管理供应商 IBM、HP、CA 和 BMC，正在尝试整合物理资源视图和虚拟资源视图，并已经取得了初步成功。 那些不想使用四大巨头产品的人，可以从 GroundWork、Zenoss 和 Bluenog 免费下载开放源码。 然而，一段时间之内，整合本地数据中心活动的视图和相关的云中活动的视图仍然是个挑战。

云计算强加给计算机专业人员的另外一个根本变化是，终端用户管理的变化。 过去，计算机专业人员给什么，终端用户就接受什么，一点选择都没有。 云让终端用户可以自助配置，终端用户如果觉得需要添加一台服务器，就能自行添加一台服务器，只要他们的部门按小时支付费用即可。 用户不是真的安装、配置服务器，而是从可选虚拟机菜单中选择一台看似最适合其任务的虚拟机。

将来，对 IT 员工而言，一项关键技能就是，知道如何设计几个型号的虚拟机，作为均衡配置提供给终端用户，坚持在维护和更新时使用这些型号，控制变异。

这样的做法打破了 IT 组织很多有关数据中心正确运营的信条。过去，在企业内部，计算资源总是供不应求，所以，终端用户与 IT 员工之间存在潜在的敌对关系，如果终端用户对数据中心运营介入过深，那么敌对关系就会凸显出来。让终端用户自己动手建造虚拟机，并不比让终端用户进入数据中心随机插拔电缆、网卡和主机适配器总线好多少。在经验丰富的 IT 专业人员看来，让终端用户自助配置就像让流浪汉接管收容所一样。在前面几个计算阶段，情况确实一直如此。但是，在未来的云计算时代，自助配置将是一个必须达到的要求。不能因为用户需要添置一台服务器，IT 管理人员就要放下手头的工作去帮忙，因为时间不够，人手也不够。

终端用户自助配置可以通过虚拟机管理工具实现，能否成功实现，取决于 IT 组织可以使用什么技能为不同的任务设计服务器。IT 管理人员为虚拟服务器设计模板时，总是有人来游说、纠缠，希望他们多设计一些型号，最好是每个需求都有一个特定型号与之对应。满足终端用户的这个愿望，只会让云数据中心继承传统数据中心那种古怪的复杂性。只有规范虚拟服务器的定义和使用，才能控制变异、减少管理麻烦，同时满足终端用户的需求。在安全的物理服务器上保存“金色映像”（golden image），即定义明确的、已知干净的虚拟机复本，那么不管需要多少台虚拟机，一小群 IT 员工就能迅速实施启动，不用每次都考虑配置问题。

实际上，没有用户自助配置，企业也许永远进入不了新的云计算时代。IT 需要在企业用户中寻找同盟，让企业用户帮助证明为什么新计算范式对组织至关重要。终端用户如果突然需要大量的计算力，可以自助配置虚拟服务器，这远比确定物理服务器的要求、让 IT 员工通过采购部门订购一台服务器、等待供应商建造和交付来得快。服务器到

货后，企业用户仍然需要等待 IT 员工取货、配置、装上合适的软件。

相反，生产一台虚拟机，几分钟之内就可以完成，这样，企业就能在情境需要之时迅速响应、采取行动。如果有选择的机会，那么企业用户显然偏爱自助配置。

要让自助配置发挥作用，关键是，提供几个型号的虚拟机供终端用户选择，这样就可以避免虚拟机变得五花八门、难以维护。虚拟机的设计将不再是服务器系统管理员一个人的任务，他将与网络管理人员、安全管理人员合作，以设计出最可行的型号或者模板。

过去，不同领域的员工各干各的，为了保证知识的深度，他们紧盯各自的一亩三分地。CSO 是最后的审查者，他经常在最后一分钟跳出来，坚决要求服务器改变配置，以符合安全政策。现在，使用的虚拟机“金色映像”，在模板设计时就要把所有问题考虑到，而不是事后进行审查。如果服务器的容许端口数目会限制服务器的性能，那么网络管理人员必须和安全管理人员预先反复讨论某特定型号最该满足什么要求、其次满足什么要求，以根据优先级别确定模板的配置。以后，企业可以以模板为基础生产虚拟机，这样，模板最终设计里的任何错误，都会被复制到新的虚拟机里，生产几千台虚拟机，错误就会被复制几千次。

在某些观察家看来，服务器管理的重要性将降低，应用管理的重要性将提升。服务器管理将上移至虚拟机监控和软件管理层，应用管理将成为工作重点。正如第三章指出的那样，虚拟化斩断了应用和特定硬件之间的联系，让应用可以移动、能够迁移到不同类型的硬件上。

在最近的服务器宿主机上，应用的运行状况如何？每个负责数据中心平稳运行的 IT 管理人员都想找到这个问题的答案。Joyent，一家位于旧金山的虚拟数据中心供应商，有着近 60 年的历史，其 CEO 杰森·霍夫曼（Jason Hoffman）认为，将来，系统管理员必须变成程序员才能生存下去；系统管理员与程序员之间的区别将变得模糊。虚拟数据中心从基础设施供应商和主机托管服务供应商那里提取资源，通过简

易前端向客户提供云资源。

下面举例说明一下他的意思。加利福尼亚州圣胡安卡皮斯特拉市的一家国家要求合作企业（National Requirement Partners），其系统管理员现在用销售力网提供的 Apex 业务逻辑语言编程。有了 Apex，系统管理员现在可以在 Force. com 云中做一些他作为圣胡安卡皮斯特拉市系统管理员没有本领做的事情：他可以修改标准的销售力应用，使其适合投资顾问（他想在国家要求合作企业投资顾问网网罗的专业人员）的需求。也就是，IT 管理人员不再关注本地服务器，而是编写代码，帮助 150 个投资顾问更好地利用 Force. com 云环境。

云也能重组 IT 开发团队。过去，IT 在数据中心为针对性很强的专用服务开发软件，现在，IT 在云中开发应用，也就是，现在，应用的开发地点与运行地点相同，都是公共云。在公共云中开发软件，有利于不同地区的团队成员开展合作。在云中开发软件，可以解决新软件的常见问题——与目标环境相冲突。

长远来看，很多新的软件能力将出现在云的简易界面之上，或者隐藏在云的简易界面之下。进入某个云（比如，微软 Azure 云），利用那里的工具组装日后在这个云中运行的应用，IT 部门将能迅速开发一个新应用。提供好的软件工具，让扩展现成应用或者插入来自其他网站或其他应用的服务变得更加容易，云就会成为主要的开发平台。在云开发平台，业务分析师或者其他会使用计算机的企业用户将像 C#或 Java 程序员一样游刃有余。业务分析师在一个专门为业务分析师打造的应用功能菜单里勾勾选选，就可以造出自己需要的应用。

十有八九，终端用户自己就能利用云中资源组装新应用，完成业务指标。云供应商将为各个不同领域的终端用户打造强大的专门界面，在云平台上开发新应用，将像用傻瓜式相机照相那样简单。这样，终端用户如果需要新软件，就可以自己动手，而不是等待 IT 系统的开发。

最后，想驾驭云计算的计算机专业人员将面临更强的灵活性和新的

复杂性。 正如戴尔的雷斯特·诺罗德一针见血指出的那样，支持云建设，不管是私有云还是公共云，将“改变 IT 经济学”。 突然有一天，IT 更有能力让终端用户不用投入多少财力、人力就能获得想要的软件了。 但是，重组时必须要把云放在心中，竭尽所能利用云资源促成那个目标的实现。

从根本上说，云是一股民主化力量，它让那些以前访问受到限制的用户可以访问更多的计算资源。 IT 企业多大程度上认识到了重组的潜力以及在多大程度上释放了重组的潜力，可能决定 IT 在下一个计算阶段扮演的角色的关键性有多大。 在这里打一个赌，在组织从一个计算资源短缺、使用受限的时代迈向一个计算资源充足、按需使用的时代的过程中，IT 将是不可或缺的领路者之一。 为了承担那个角色，计算机专业人员将需要与终端用户建立新型的几近平等的伙伴关系，共同推动云革命。

第八章

隐患重重：云安全

到目前为止，从我们的讨论来看，重组数据中心、卸载尖峰到外部云、节省几十万美元，似乎是件很简单的事情。也许将来的某一天，这很容易做到，但是在今天，这只是个理想情景。现实与理性相差十万八千里，经营数据中心是一件非常复杂的事情，并且隐患重重。

作为多租户设施，云给维护安全、数据完整性和干净运行带来了独特的挑战。不同的客户，也许互为竞争对手，共用一台物理服务器，由虚拟机的逻辑边界隔开。新的虚拟机不断地从四面八方涌入数据中心。有没有哪台虚拟机上潜伏着间谍代理人、密码窃取者或者其他流氓软件？虚拟机会在你正在使用的物理服务器上死亡吗？如果死亡，会出现硬件故障码？

保持干净运行，远离云故障

没有谁比一流云服务 EC2 的供应商亚马逊网络服务更了解硬件故障的危险了。在试运行的头两年，EC2 不提供 SLA，也不保证运行不

中断。 在那段时期，服务器冻结、虚拟机死亡、工作负载消失的情况时有发生。 但是，不管接到什么投诉，亚马逊网络服务的反应一律是，冷冰冰地建议用户把软件架构成能应对硬件故障的样子。 大多数 IT 专业人员习惯采取相反的做法：把数据中心架构成能避免硬件故障的样子。

应对云故障意味着，让应用能够失效切换到另外一台服务器上。冗余设计在软件之中通过软件加以管理，而不是硬件。 那是在云中运行与在传统数据中心中运行的最大不同之一。 最简单的方法是，把失效转移的目标设定为附近的一台 AMI ——一台与你原先那台虚拟服务器配置相同的虚拟服务器上。 如果出现硬件故障，你的数据就转移到那台服务器上，处理在哪里中断，就在哪里续起。

亚马逊网络服务也许会建议你把这台失效切换 AMI 放在与原先那台 AMI 不同的区。 亚马逊网络服务的数据中心划分成了不同的“可用区”，每个可用区有着独立的电源和其他资源，这样，一个区出现故障不会让整个数据中心都崩溃。 然而，实施跨区模式，就要缴纳一项新的费用——在区与区之间传输数据产生的费用。 此时，你也许决定，从亚马逊网络服务租赁第二台服务器、支付双倍费用，你也许不想产生更多次级成本，让备份机与原来那台虚拟机位于同一区（因为在同一区内部传输数据不收费）。

如果你已经作出这样的决定，那么看看 2009 年 12 月 9 号的一次事故吧。 亚马逊位于 US-East-1 地区（这里具体是指北弗吉尼亚）的数据中心的某区的电源的一个元件出现故障，亚马逊最终向客户通报了这次事故。 几个区构成一个地区（region），所以难以从这条消息中看出数据中心在哪，也难以看出你的虚拟机是否正在那里运行。 如果你既没使用亚马逊的云监控服务，也没使用第三方的服务（比如 VMware Hyperic 的 CloudStatus 服务），那么你也许不会知道你的虚拟机已经停止运行，直到它不能按预期交付结果时为止。

如果你从小道消息那里了解到亚马逊 EC2 出现了故障，那么你可



以去看看在线亚马逊服务健康状态显示板（Amazon Service Health Dashboard）。亚马逊定期通过显示板报告其服务的健康状态，绿色小图标表示服务正常运行，黄色表示出了问题。正常情况下，显示板上是一排排连续的绿色符号。

美国东部时间 12 月 9 号凌晨 4 点 08 分，亚马逊亮出警告符号并发布一则通知："我们正在调查 US-East-1 地区的例程连接问题。"令云用户沮丧的是，这则消息简直不知所云。但是，还有更令人沮丧的。18 分钟后又出现一则通知："US-East-1 地区的一个可用区……出现电源问题。"随后的几条通知表明，具体情况是，一个主要的电源元件出现故障。亚马逊网络服务在显示板上发布通知说："那个元件还没修好，用于保证冗余电源通路的第二个元件也坏了，结果，那个可用区的一部分服务器断电了。"

这些通知让 EC2 有了一定的透明度，对于云的运营而言，透明度难能可贵，但是，如果客户仅仅依赖那些通知，那么他的虚拟机视图将远远称不上透明，而是居于半透明和不透明之间。

实际上，用户需要独立监控云的运行，以了解自己的虚拟机是在运行还是停转了。后来，事情水落石出。一项投入运营近一个月的新服务，Apparent Network 的 PathViewCloud，检测出北弗吉尼亚地区互联网上的一个路由器遭遇服务中断。根据 Apparent 的报告，中断于太平洋时间上午 12 点 34 分开始，比显示板报告的时间早 34 分钟。45 分钟后，也就是太平洋时间下午 1 点 19 分，中断结束。服务健康状态显示板一直显示着问题的进展状况，直到下午 1 点 51 分发出一则通知："根本的电源问题解决了，例程开始恢复。"最初的通知发晚了，但是，公平地说，结合 Apparent 发布的信息来看，恢复通知的发出时间也比恢复的实际时间晚 33 分钟。

发生这样的事件，亚马逊提供的消息似乎旨在隐瞒问题的严重性，而不是明确地告知问题的范围。发布消息的，也许是有某个忙于解决问题的人，而不是某个专门负责向公众解释问题的人。简而言之，亚



马逊网络服务通过健康状态显示板实现了高度半透明，但是你不能指望云供应商做到完全透明，这个要求太高了。这非常不同于企业数据中心的运行，就企业数据中心的运行而言，提问题的人有权解雇回答问题的人。显然，在企业数据中心，设施直接处于企业的控制之下。

另外一方面，亚马逊网络客服人员也许会说，我的那个“倾向于隐瞒问题严重性”的说法是不对的。太平洋时间下午 1 点 26 分发布的第二则通知说，数据中心管理人员正在经历“单个可用区例程一个子集的电源问题”。这听起来像一次控制之下的中断，也许是个小事件。网络运行状况监控公司 Apparent Network，通过每个云数据中心使用不止一个账户的方式监控网络性能。在北弗吉尼亚中断事件中，Apparent Network 用 20 个账户在 EC2 上运行虚拟机，其中 6 台虚拟机（也就是 30%），不能使用。Apparent Network 的经理人谨慎地说，他们不能确定，所有客户账户中，受中断影响的账户是否也是这个比例。

VMware 管理产品线的 CTO 哈维尔·索尔特罗（Javier Soltero）说：“在保证数据中心稳态运行和发生事故立即报告这两个方面，总体而言，亚马逊做得非常不错。”他是 Hyperic 的前 CEO，Apparent Network 的 PathViewCloud 服务就是以 Hyperic 的开放源码系统为基础的。在亚马逊中断事件中，他承认有出入，或者说，事件的报告时间与事件的发生时间之间存在延迟。他说：“可能是因为员工在忙着解决问题，也可能是因为想在报告之前先把事件控制住，还可能是因为其他某些原因，只有亚马逊的人才知道到底是怎么回事。”

但是，粗心大意的客户应该从 EC2 主电源和备份电源都出现故障这个事件当中吸取教训：要把备份系统与主系统分别放在不同的区。

像其他 EC2 术语一样，在亚马逊网络服务的语言中，区有特别的含义，但是这次事件涉及的区不一定有明确的定义。12 月 12 号，我收到来自亚马逊的一封邮件，该邮件说：“可用区是数据中心划分而成的相互独立的地带，这样划分可以实现两个目的，一是实现故障隔离，即一个可用区发生故障，其他可用区不受影响；二是为位于同一地区的

不同可用区提供低价格、低延迟的网络连接。”分别在不同的可用区发动例程，用户就可以保护应用免受单区故障的影响。从这件事可以看出，云计算还要求一样东西——通用语言，这样交流的双方都能明白对方使用的术语是什么含义。

我花了些时间琢磨亚马逊中断事件，因为从中可以看出云运行的几要几不要。众所周知，基本运行方面的所有问题，如果牵扯到隐私和安全，就会被放大好几倍。云安全联盟用平实的措辞建议，用户不该想当然地假定云数据中心的运行和企业数据中心的运行一样，享受全方位的保护。你在云中使用的服务器有些类似于你在网站上使用的服务器，恰好位于受保的企业网周边之外，网络服务器的端口对所有的浏览请求、所有的流量都开放，简直是来者不拒。

假定云没有你自己的数据中心安全

IT 管理人员把这个区域叫做非军事区（Demilitarized zone，简称 DMZ），字面意思是位于敌对双方之间禁止对方建立、保留或使用军事设施以及驻扎军队、进行军事活动的特定区域。这里的敌对双方，一方是企业，另外一方是公众，其中，公众包括一定数量的病毒作者、脚本小子和流氓软件种植者。

网络服务器可以处理外来流量，但会在防火墙那里截住外来流量，拒绝外来流量进入企业网。外来流量只有通过自己的受保护程序才能访问内部资源。企业数据中心与 DMZ 是隔开的，中间有几个保护层，主要是屏蔽外来流量的防火墙、把垃圾信息阻挡在外的过滤器、留意入侵代理人的入侵检测系统。这些屏障保护着数据库服务器、企业生产系统以及其他让企业得以运转的系统。

亚马逊 EC2 是那种名为基础设施即服务（IaaS）的云计算，在 IaaS 中，用户把工作负载加载到互联网数据中心里的远程服务器硬件上运行，对虚拟机（EC2 中的虚拟机叫做 AMI）的运行行使程序控制权。

在某些方面，云中的虚拟机与数据中心里的服务器是类似的。虚拟机的运行也需要周边保护，不过，虚拟机运行所需的周边保护是由云供应商在你委托之下提供的。

云供应商，不管是亚马逊网络服务，还是 Rackspace，或是威瑞森商业，都鼓励这一见解。在最近的一次网络安全事件中，某个可能是职业窃贼的家伙成功地把一个僵尸网络（或者叫远程控制代理人）安装在一台合法宿主机上，用作控制中心，窃取用户的银行账户信息。那个僵尸网络名叫宙斯（Zeus），被安装在一家由亚马逊 EC2 托管的网站上。这是 EC2 发生的第一起僵尸网络入侵事件。

2009 年 12 月 11 日，我在《信息周刊》上报道这一事件，不久，亚马逊发言人凯·金顿（Kay Kinton）作出回应："亚马逊 EC2 的用户使用与传统托管解决方案一样的防护措施保护自己的网站，所以，破坏基于亚马逊 EC2 的网站并不比破坏传统托管式网站容易……我们能够找出宙斯僵尸网络的位置，迅速将其关闭。我们严肃对待所有不正当使用服务投诉，每起都做调查。如果发现服务被不正当使用，我们将会立即采取行动，把它关闭。"

所有这一切都表明亚马逊网络服务做得很好、值得表扬，但是它还表明，不可能把所有流氓软件挡在云外。人们认为，宙斯僵尸网络各种各样的变体应该为 2009 年银行账户遭窃的 1 亿美元负责。云安全联盟在上月发布的白皮书中说："在 IaaS 范围内运行的宿主机就像在企业网 DMZ 范围内运行的宿主机一样。"云服务供应商会说，云安全联盟说话太刺耳，但是就目前而言，云安全联盟属于直言不讳，应该引起云用户的警惕。

IaaS 最令人担心的一个地方，也是我们没有什么经验的地方——多台虚拟机服务器在同一物理硬件上运行，这是数据中心里一个相对较新的现象。正如第三章指出的那样，通过这一方式灵活地管理服务器，导致了云计算很多基本概念的产生。但是，这一方式也会带来很多麻烦。

当入侵者登录服务器，入侵检测系统知道在哪蹲点，而且可以根据定义明确的软件事件序列模式判断出情况不对劲。但是，虚拟机的运行是不同的，每个应用都有自己的操作系统，说不定哪个应用就带有弱点，为攻击提供入口。虚拟机往往有很多移动部分，比如代码库、中间件和应用及其操作系统。几千个终端用户建造着自己的 AMI，这些 AMI 的操作系统也许有最新防护措施，也许没有。应用自己为攻击提供了道路，恶意代码可以通过缓冲区越界、SQL 注入以及其他形式进入，篡改或窃取姓名、日期以及其他常见信息，具体通过什么形式，取决于应用是用什么技术编写而成的。编写应用时，可以给应用植入一些抵抗力，让应用能够抵御这样的入侵。但是，能够保证云中的每个应用都有抵抗力吗？这一切归谁管？

亚马逊提供 AMI 建造指南，并且建议潜客也使用自己的防护措施。亚马逊网络服务的“提交 AMI”网页说：“经亚马逊网络服务快速审查后，你的列表将出现在网站上。”（http://developer.amazonwebservices.com/connect/kbcategory.jspa?categoryID=116）。那个“快速审查”包含多少项关键审查？

在云中，不同用户的虚拟机寄宿在同一物理服务器上。在自给自足的企业数据中心里，这被公认为是安全的做法，但是几年之后，对于企业数据中心防火墙之外的运行来说，情况也是如此吗？2009 年 10 月 23 日，在线《麻省理工学院技术评论》（*MIT Technology Review*）刊登了一篇报道《亚马逊云计算表现出的弱点》（*Vulnerability Seen in Amazon's Cloud Computing*），该报道说，一研究得出结论认为，从技术角度而言，技术娴熟的代理人想窥探谁，就可以把自己在 EC2 中的虚拟机置于那个人的虚拟机所在的服务器上。虚拟机的 IP 地址，在云中的任何人都可以看到。在 EC2 中，IP 地址数字接近的虚拟机往往共用同一硬件。《麻省理工学院技术评论》说，所以通过反复试验，窥探者可以把自己的虚拟机置于窥探目标的虚拟机所在的服务器上。

报道说：“窥探者可以通过监控资源访问的波动情况，暗中收集窥

探目标的敏感信息。”报道没有明确指出，通过资源使用情况可以收集什么信息，但是很多安全研究人员担心，如果一台虚拟机能够监视超级监督者的活动，那么它就能窥探另外一台虚拟机。同一物理服务器上的所有虚拟机共用一个超级监督者，每台虚拟机的硬件服务请求必须通过超级监督者。

在同一报道中，MIT 计算机科学和人工智能实验室（Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory）的博士后研究人员埃兰·特罗默尔（Eran Tromer）和加利福尼亚大学圣地亚哥分校的三个研究人员说，如果窥探者在窥探目标生成虚拟机的同时生成虚拟机，那么窥探攻击更可能成功。特罗默尔说："如果潜在目标企业正在云中运行网站，那么窥探者可以用大量的活动淹没它的网站，迫使目标企业启动更多虚拟机，窥探者然后在同一时间创建虚拟机，这样就很有可能落户在同一物理服务器上。"

特罗默尔认为，窥探者可能利用这个位置"监听"附近的闲置虚拟机，当某闲置虚拟机启动，就开始感受其活动。小活动尖峰也许会表明，用户正往虚拟机的应用输入密码。如果可以通过活动水平检测尖峰期间的键盘输入，那么在某些情况下，键盘输入时间间隔就会揭示出密码信息。也就是，某些字母总是一起输入，而有些字母则总是隔得很远。使用这一检测方法，也许会徒劳无功，但是安全研究人员说，很多情况下还是会有结果的。

从监听技术推断而出的其他"侧沟通泄露信息"（Side-channel information）可以揭示窥探目标的很多东西，特罗默尔的团队研究 EC2 后坚信这一点。根据《麻省理工学院技术评论》的报道，特罗默尔说过："我们坚信，这是现在的虚拟技术与生俱来的弱点，它会影响其他云供应商。其中，用来描绘云地图、给目标虚拟机定位的技术叫作制图（cartography）。"

亚马逊发言人凯·金顿对以上言论作出了回应："报道所说的旁道技术是以实验室测试结果为基础的，实验室环境受到严格控制，其配置

与真正的亚马逊 EC2 环境并不相同。正如研究人员指出的那样，在现实条件下，很多因素会让这样的攻击变得困难很多。”她还说，亚马逊已经采取了防护措施，预防攻击者使用这样的制图技术。

还有一些人，比如尼泰什·德罕加尼（Nitesh Dhanjani），他在 O'Reilly 开源博客 OnLamp. com 上说，对于任何给定的云来说，基于一种型号复制几千台虚拟机的做法都有潜在的风险。他把这一潜在风险称作“单一文化威胁”（threat of mono-culture）。在虚拟机单一文化中，比如在有着几千台类似 AMI 的 EC2 中，“一个例程有的弱点，同一映像的其他所有例程也都有。如果 AMI 的启动映像包含一个可以利用的弱点，那么大量资源和数据就会安全堪忧。”他建议了一个解决方案：客户建造自己的 AMI，移入 EC2，亚马逊网络服务无权审查。这一方法有时被人称作基于零知识的解决方案（zero-knowledge-based solution），即坚决不让云供应商接触用户的干净 AMI。

然而，云供应商最害怕的是，资深黑客找到方法访问“EC2 终止例程”服务（一个让虚拟机停止运行的命令），并且“找到方法把它应用在所在区的所有例程上”。这可能导致大范围的虚拟机中断和损坏。2008 年 4 月 27 日，德罕加尼写道：“这样一个弱点，若是被人利用，会造成亚马逊云全面熄火。”

2009 年 4 月，云安全联盟在白皮书中附和并警告道：“IaaS 供应商为客户提供大量的虚拟机映像。虚拟映像应该像在企业内部托管一样接受安全验证和安全加固。”换句话说，如果你从云供应商那里接受一样东西，那么在使用之前，应该把它升级到与内部实施一样的防护级别、加固到与内部实施一样的安全水平。

云安全联盟还给了一个建议，我认为这个建议将变成设计在云中运行的虚拟机（有时称作虚拟设备）的最佳做法，那就是：应用及其操作系统都该针对具体工作负载瘦身到只留下完成工作必不可少的能力。云安全联盟在白皮书中写道：“限制底层应用栈的能力，不仅限制了宿主机的总攻击表面，而且大大减少了保障应用栈安全所需的补丁数。”

另外，我们需要说说亚马逊自己的做法。亚马逊接受一台虚拟机在其服务器上运行，就会在那台虚拟机上装上自己的防火墙，在任何环境中，这都是运行虚拟机的最佳做法。防火墙可以检测流氓软件，保护虚拟机不受其伤害。亚马逊还给虚拟机的应用颁发数字证书，确认应用为有效账户。当应用请求云服务或者与应用的其他部分在云中跨节点通信时，就要使用数字钥匙。这一做法大大提高了入侵者模仿应用获取应用的数据、截取本应返回给应用的响应难度。

有些企业开始专门经营虚拟机安全业务，承诺给在互联网上移来移去的虚拟机提高防护级别。Altor Networks 就是这样的企业，其生产管理总监托德伊·格纳夏克（Todd Ignasiak）指出，使用云计算，所有活动都发生在集中环境下，这相当于在有兴趣窃取密码、银行账户信息和个人身份的职业黑客面前放了“一块大肥肉”。而且，流氓软件作者有时可以混在合法活动流量里潜入，前面提到的宙斯僵尸网络就是采取这种方式进入网站的。黑客喜欢混迹在合法操作里，这样可以加大检测难度、减少作案痕迹。

但是，云最大的安全隐患还未被认识到，至少未被公众所了解。虚拟化超级监督者是核心软件，物理服务器上的虚拟机必须通过超级监督者获得硬件服务。虚拟机操作系统和硬件之间的所有通信都经过超级监督者，占据这个有利位置，技术娴熟的代理人就可以看清每台虚拟机的活动。Altor 以及其他几个供应商已经推出一个相对较新的产品——带有入侵检测的超级监督者防火墙，该产品可以守住那个敏感位置。

就像别处的入侵检测系统一样，超级监督者的看门狗（Watchdog）留意着异常事件模式、标志入侵者正在兴风作浪的事件序列或者表明超级监督者在做指定角色之外事情的陌生模式。

超级监督者也管理虚拟服务器的虚拟交换机（virtual switch）。虚拟交换机在软件中做物理交换机在物理网络中所做的事情：路由 I/O 流量和存储流量至个体虚拟机，处理个体虚拟机与个体虚拟机之间的通

信。如果入侵者可以通过某种方式控制虚拟交换机，那么他就能够把代理人或者流氓软件传播给其他虚拟机，不仅包括宿主机上的虚拟机，而且包括宿主机上的虚拟机有权对话的其他虚拟机。

当然，格纳夏克云用户支持广泛采用 Altor 的超级监督者虚拟防火墙。不管使用谁的产品，反正虚拟交换机这个核心软件的运行必须受到保护，另外一方面，防火墙/入侵保护系统的能力必须通过持续研究不断加以提高。

除了基础设施即应用（IaaS）之外，云计算有时也采用另外一种服务模式——平台即应用（PaaS）。平台是计算机服务器和服务基础设施，与亚马逊的类似，但是客户也另外提供工具和组件扩展云平台上的应用或者建造在平台上运行的新应用。AMI 独立存在，而平台应用可以依靠企业服务总线（enterprise service bus）的服务自动与其他应用相连。平台应用还依靠集成软件的服务把来自某处的数据转化成另外一处要求的格式。

然而，云安全联盟警告，平台扩展和应用组件意味着，与企业环境相比，在云环境下，应用必须承担更多的防护责任；已有的网络应用在各种常见弱点及其防护方面积累了丰富的知识，PaaS 应用必须发展类似的知识。

云计算第三个常见服务模式是软件即应用（SaaS），销售力网及其很受欢迎的 CRM 应用就是这个领域的佼佼者。如果不是销售力网建立了多租户应用（也就是，软件作为服务运行着，有几千个同时用户）的概念，那么人们对云计算的兴趣就会远远没有现在的这么强烈。

SaaS 与在企业数据中心运行的应用具有很多集成点，客户可以在上面建造与供应商的应用集相配合的自定义对象。SaaS 客户必须清楚供应商在 SaaS 中建造了什么安全防护措施，还需要亲自确认一点——在 SaaS 应用里生成的数据安全地储存在 SaaS 环境里，可以按需提取。用自定义对象扩展 SaaS 应用，客户必须遵守供应商计算平台要求的编程规范和安全规范，否则有可能毁掉供应商的云。

销售力网审查客户提交的东西，以确保客户遵守其规范。 云安全联盟说，客户必须特别关心 SaaS 供应商的软件开发生命周期（Software Development LifeCycle），也就是，供应商是否及时处理新威胁、及时掌握最新的防黑客技术？

正如我们已经看到的那样，每种形式的云计算都有自己的风险、特色和优点。 在这个年轻的行业里，客户仍然需要自己当心，但是与此同时，早期采用者将获得经验，知道使用云计算要注意什么，知道如何利用云计算基于成本结构的竞争优势。 现在，云的信任边界还很狭窄，将来，云的信任边界会不断扩展，允许越来越多的可信交互。

云的使用说明（交代最佳做法的文件）仍然在编写之中。 在使用说明出台之前，你也许只有通过直接经验这所学校学习某些你需要知道的东西。 风险显然存在，但是在大部分情况下，风险可以针对某个工作负载加以定义、评估和控制。 虚拟机安全运行仍然存在很多疑问，但是大量资源正在源源不断地投入到隐患研究中。 将来，我们一定可以找到完善的解决方案，逐个扫清健康运行的障碍。

第九章

你的云策略：你想要哪种企业

云计算在企业外部的发展将改变企业内部的计算实践。但是，适应了云的某些效益和规范之后，IT还能改变企业的其他方面吗？

十有八九，光靠IT，不能。企业的思考习惯、流程和规范深深植根于过去有用的东西之中。企业要想打造基于云的商业平台，既要依靠IT，又要依靠业务部门，前者贡献云计算方面的专业知识，后者贡献业务方面的专业知识。随着云资源的增长，计算的用途将越来越多，而且用法将越来越简便，企业用户，只要具备基本的计算机技能，就能掌握这些用途。如果整个企业都误解或者小看这些用途，那么用户应该指出其他企业是如何通过云计算获得竞争优势的。

云有可能颠覆一条最基本的商业价值观：重要的计算资源是昂贵的，只能给那些受过特殊训练的数据库管理员和那些知道使用方法的业务智能专家使用。数据中心有个别名，“玻璃房子”（glass house），这个名字之所以出现是因为计算机往往对环境温度有特别的要求，还需要让普通员工远离电缆、连接线和控制计算机的按钮。因为那是最基本的商业价值观，所以企业认为，重要的数据中心资源要严格控制、节

约使用。那种态度，不管当时有什么优点，现在都是不合适的。玻璃房子的墙需要拆掉，让数据中心变成随时可以访问、用户自助配置的内部云。

随便什么 x86 服务器，不管上一年的成本如何，下一年的成本一定会减半，摩尔定律（计算机芯片的性能每两年提高一倍）真的很强大。不管怎么算账，在精心构思的设计、计划周详的客户分析或者颇具针对性的营销上投入的计算力一年多过一年，总是正确的。这与建造高成本高性能的计算中心不同。有了公共云，你可以每月使用一大群服务器解决问题（几小时或者几天），费用大多数企业都负担得起。这是商业领域一次令人始料未及的革命性变化，这一变化会造成什么结果，目前尚不清楚，但是，可以肯定的是，这一变化有利于全球竞争。

如果你还未习惯利用大量资源，如果你坚持认为计算力是珍稀资源，那么你的企业将被那些知道如何接近云的企业打败。有些企业鼓励员工使用大量计算力去实现好的想法，有些企业则压制。后者引用批评家的话说，云也许不是范式转换（paradigm shift），或者说，云的价格也许最终并没有“狂热者”预想的那样便宜。关于这一点，我知道没有一个学术研究毫无疑义地证明了云的规模经济效益，所以让我们对证据保持开放的态度吧。那些打赌云将不比企业数据中心便宜的人忽略了一点：以前的数据中心，错综复杂，管理和维护非常昂贵，云数据中心没有这个缺点。批评者没有明白，把一群服务器虚拟化并作为一台大型计算机来管理，会迅速提高企业生产率。记住谷歌工程师的一个理念：“数据中心即计算机。”

用户也许打算敞开使用云，那样做有什么问题

很多人直觉认为（尽管尚未证明），互联网为企业网做的事情，云也能为商业计算做到——向公众提供小到用日用品价格大到几乎足以执行任何任务的资源。人们对云的怀疑依然存在，但是率先实施者将证明云的可行性。

微软、IBM、谷歌、亚马逊网、惠普、太阳微系统、戴尔、高德纳、埃森哲等企业都看好云计算的未来。众所周知，硅谷新成立的企业有一个共同点——拥有计算机技能专长，但是缺乏资金。所有这样的新企业也看好云计算的未来。早期采用者也一直非常看好云计算的未来。2009年，亚马逊网云计算基础设施租赁业务网络带宽使用量超过了其在线零售业务网络带宽使用量。对一家已经是最成功的互联网企业来说，云计算是一个引人注目的新业务。

与前面几代计算相比，任何组织，若是敞开使用资源，不管是内部云还是公共云，都会造成浪费。企业的营销活动，并非每次都有针对性，企业的产品设计，并非每个都有市场。话说回来，要不是因为企业会时不时地搞一次没有什么针对性的营销、推出一个没有什么市场的设计，那么企业就没有必要引入云计算。软件的存在是为了用二进制逻辑模仿现实世界里的事件，而且，今天的软件比以往任何时候都好用。如果能够访问云资源，那么就可以在把新产品或新服务真正投放市场之前进行更多模拟。随着云资源变得越来越好用，企业会越来越重视此类模拟。

云资源的使用仍然需要加以管控，防止浪费，但是，因为员工多用了一小时的云服务器就把他降职或者开除，这会严重打击大家尝试的积极性。那些已经掌握或者即将掌握云资源使用诀窍的人，可以敞开使用云资源。不能像过去一样，把云资源当作紧俏物品留给有特权的人使用。总有一天，云计算会变得司空见惯，而且，为了生存，你的企业需要维持一个良好环境，不断模拟、尝试、测试新产品或新服务。到了那一天，用云资源做尝试就势在必行了。这样做，企业就需要一群知道如何使用计算机或者说知道如何使用云的员工。

在企业外部，云革命正在鼓动数百万终端用户利用新获得的能力做更多的事情。云中的服务和资源，将提高终端用户掌上机、膝上机、台式机的能力。企业与客户之间的主要交互将发生在云中，与今天的网络交互相比，云中交互将深入很多。是的，如果你在亚马逊网买了

一本书，那么亚马逊网就可以马上告诉你买过此书的人还买了哪些书。但是，如果是在云中，类似买家的信息将更丰满，比如，他们是谁，他们最近买了什么，他们觉得所买的产品好不好，他们请求过什么服务、提出过什么投诉，他们将来可能需要什么产品。如果最近有个客户投诉了，而且投诉尚未得到解决，那么任何交互（不论是人工的还是机器的）都会首先——不是最后——承认这件事情。客户也许会在交互投诉板块披露更多信息，或者客服人员也许举例说，某某客户曾经遇到一个比较简单的问题，使用产品自动诊断功能，获得了满意的结果。这样就能针对具体客户的具体问题进行更为深入的交互。也许问题解决了，也许客户仅仅是感觉到有人在关注问题、问题很快就会得到解决。

云经济

未来的经济将集成以前相互独立的功能，把信息服务和商品结合在一起。在这样的经济中，在计算周期上抠门，并不是会过日子，而只是在错失机会。持续使用云不时带来的巨大意外收益，将大大超过临时过度使用云带来的收益。

简而言之，云革命不会像批评者所认为的那样，导致互联网服务器使用过度或浪费。相反，云革命将直接导致云经济。在云经济中，信息沿着价值链向前滚动，直到结合成不久之前还看似不可能的新产品或新服务为止。不叫云经济，也可以叫作后网络泡沫时代。在后网络泡沫时代，互联网不再是“一切为了流量”，而是追求真正的集成业务功能。

不管名称如何，未来的互联网经济显然具有以下特点：信息沿着价值链向前滚动，结合成物美价廉的高级产品或服务，帮助个体工商户应对复杂的世界。

例如，亚当·索科利克（Adam Sokolic）是国家退休伙伴公司：财

务顾问（National Retirement Partners: Financial Advisors）的高级运营副总裁。他在加利福尼亚州圣胡安卡皮斯特拉市的公司，为养老金顾问和退休基金经理提供别具特色的互惠基金分析，是投资顾问的投资顾问，在一个风险高、竞争激烈的稀薄利基里独领风骚。国家退休伙伴公司形成了自己的独立顾问网，加入独立顾问网，就可以使用国家退休伙伴公司另外提供的工具和服务。独立顾问网有成员 150 人，这 150 人是退休基金和养老基金经理中间一股越来越强大的势力。每次索科利克新招一个顾问入伙，其公司的分析工具使用量就会增加，分析服务投资回报也随着增加。

在一次受访中，索科利克说，其业务策略的关键内容就是，既做云服务的客户，又做云服务的供应商。他的大部分业务都以销售力网提供的 CRM 以及其他 SaaS 应用为基础。这些应用在销售力网数据中心里的大型服务器群集上运行，通过互联网进行访问。销售力网根据国家退休伙伴公司的要求把标准的 CRM 应用客制化之后，提供给国家退休网。有了客制化的 CRM 应用，顾问就能有针对性地给自己的投资知识或法规知识寻找用武之地。

国家退休伙伴公司给新招的独立顾问演示如何使用客制化的销售力网 CRM 应用（在他们注册销售力网账户之后）。索科利克让我们看到了网络的附加值，他首先询问顾问想要接触什么样的养老金或退休基金经理，然后根据顾问列出的要求在客制化的 CRM 应用上推出一份名单——最有可能成为你的客户的 1 200 人。他说："对顾问而言，那是一个很大的惊喜！其他任何地方都没有这样的名单。"

索科利克说，他的公司将继续为其网络成员的 CRM 应用提供客制化工具。客制化之后的应用就像销售力网自己的应用一样在云中运行，为国家退休伙伴公司的顾问提供了一样强大武器，令其他顾问羡慕不已。索科利克成功地利用云拓展了他有着六年历史的公司的能力，把国家退休伙伴公司推上《公司》（*Inc.*）杂志"2009 年 500 家发展最快的公司排行榜"第二名的位子。2008 年，国家退休伙伴公司排在第 97 位。

国家退休伙伴公司把客制化的 CRM 应用当作主要的福利吸引顾问加入独立顾问网。独立顾问网的成员，反过来，与国家退休伙伴公司分享数据和最佳做法，加强了国家退休伙伴公司对市场全景的了解。

索科利克并没有多少财力、人力做这件事，他只有三个员工，没有云平台的帮助，他不可能像现在这样在投资顾问市场上那么有竞争力。有了销售力网的云服务，国家退休伙伴公司能够与独立顾问网的 150 个成员实现了关键的整合；没有云服务，国家退休伙伴公司就必须整合 150 个不同办公室的系统，它绝对做不到。利用云服务，国家退休伙伴公司就不用为个体数据中心的复杂性头痛，可以在为顾问聚合宝贵市场数据的同时为顾问提供关键信息。在国家退休伙伴公司，分析服务是业务的基石，但是，正是耗费很少成本添加到 SaaS CRM 上的辅助服务让国家退休伙伴公司的发展快于竞争对手。这些服务每扩展一次，顾问的工作就变得轻松一些，向客户提供的信息多一些，办公自动化水平提高了一些。

这是云经济的早期例子。每个顾问掌握的信息，单独来看，价值是比较低的；多个顾问掌握的信息聚合在一起，价值就会大大增加。国家退休伙伴公司的新软件添加到云供应商的标准 CRM 包里，把多个顾问掌握的信息聚合在一起，就等于把稻草变成了金子。国家退休伙伴公司投入有限的财力人力做到这一点，成功地脱颖而出。不久，云经济将拓展更多企业的能力，让它们脱颖而出。

还有另外一个说法，云是理想的软件开发和集成平台。云中的工具可以简化在云中运行、多用户访问的软件的开发过程。销售力网正在迅速添加这样的工具。简单颠覆复杂，简单赢过复杂。

起点：社交网络

有个更基本的例子可以说明日后的常见情景，那就是工作场合的

社交网络，它可以缩短沟通线，把组织里分散在不同部门的骨干人才聚到一起。在大多数企业里，社交网络已经像电话那样成了办公必需品，形式多种多样，不过都非常初级，往往是 IT 应高层的要求建造的。社交网络也许包含一个公司维基（company wiki），上面可以讨论各种话题、发表评论。在企业外部，社交网络已经很流行，主要的社交网站 MySpace、Facebook 和 LinkedIn 有很多用户。实施社交网络，不需要云，但是，如果能把社交网络建成自助配置式服务提供给员工，那么社交网络更可能带来回报。如果社交网络是远在异地的老板让人建立的一项服务，那么它是一回事；如果社交网络是你和一个刚刚成立、成员分散在各地的团队需要的一项服务，那么它是另外一回事。

如果 IT 已经在数据中心成功地建立了初级云，那么员工就不难在上面托管社交网站。不同部门、不同地区的员工，在响应某个紧急需求的时候，可以建立一个维基，在上面分享各自对当前业务挑战的理解，针对事情进展发表评论，建立文件库，组装已知信息数据库。这样的维基站点，最大的好处就是让组织里对同一话题感兴趣的人分享知识。这种分享听起来简单，但是，实际上，在企业环境下，这种分享往往会受到层级边界、部门边界、地域边界和角色边界的限制。阿瑟·爵（Arthur Jue）、杰基·马尔（Jackie Marr）和玛丽·艾伦·卡索塔基斯（Mary Ellen Kassotakis）在《工作中的社交媒体》（*Social Media at Work*）一书中总结道：“社交网络为这些人跨越边界，让沟通变得‘平坦’。”

除了让人们共享知识之外，社交网络中的聚合系统还可以聚合邮件线程，把单个单个的对话绑在一起，发送给群成员。

维基站点可以定期开展搜索，寻找任何相关文件、销售材料、网站参考、会议报告以及企业内部可能大量出现的其他诸如此类的材料。简而言之，维基变成了聚合器，专门聚合企业在某个主题方面的知识，不用多费口舌做动员，员工就会主动做贡献。有些心直口快的群成员

也许会开博客，每天在上面报告自己知道的东西。通过这种方式，集体知识便形成了——以前，企业里没人意识到集体知识的存在。缺口找到了，主流声音找到了。网络形成了，而且还创建了一支临时团队来应对重大变化。

社交网络的一个附带功能是招募。“团队”专用网页可以张贴成员的背景信息，介绍成员以前参加过什么项目，包括在其他企业参加的、同事以前一点都不了解的项目，大家讨论可以把他们推荐到哪些项目，企业内部、企业外部的项目都可以。网站成了招募站点，有兴趣的人可以在上面贡献经验、建议接下来再怎么做。

社交网络还能带来阿瑟等人书中所说的“意外联系”（Unexpected reach），也就是某些人提供了一些与项目相关的信息，管理层以及其他团队成员以前一点都不知道这些信息。新人可以在内部云中搜索来自某处的某个主题，参加群活动，从而找到“组织”。社交网络允许那些可以做贡献的人匿名做贡献。在面对面的世界里，森严的等级制度往往会抑制这样的行为。这一过程制造出来的东西，不一定都是有用的，社交网络里不乏跟屁虫和装腔作势的人，但是群可以依靠集体智慧看出什么是有价值的什么是没有价值的。

现实生活中也能找到这类数字聚会中心和密集型社交网络（intense social networking）起作用的例子，比如开放源码项目。项目网站建立，世界各地的开发人员针对任务性质和代码质量自由发表评论。参与者不停地发表评论，项目具体板块负责人和项目负责人不停地作出回应。能当上负责人的人，不仅要擅长制造代码，而且要擅长协调工作。通过制造、审查代码的过程，项目负责人可以了解很多参与者的表现，即使对他们的其他方面一点都不了解。

群是民主的。决定成员群地位的标准没有几条，其中有一条是代码符合要求，还有一条是能够对代码作出贡献。公平竞争环境和透明沟通平台大大激发了资深程序员的积极性，他们从繁琐的会议、计划和协调中解脱出来，突然变得得心应手。Linux 操作系统开发项目、网上

很火的 Apache Web 服务器开发项目、Samba 转化软件（在 Linux 和 Windows 之间来回转化）开发项目，都是活生生的例子。

云并不是社交网络和集体开发所必需的，但是在“时间就是金钱”的企业环境下，云这一计算形式将促成多种合作，包括合作设计和开发。

一般说来，工作中的社交网站可以起到伯乐的作用，员工是好是孬，从他们在社交网站上的表现就可以看出。在《工作中的社交媒体》中，阿瑟·爵、杰基·马尔和玛丽·艾伦·卡索塔基斯认为，创建社交网络的根本目的是，把素不相识的人联系起来。这是明摆着的，但是很少有人认识到，社交网站将给商业世界带来一个根本性的变化。一直以来，在商业世界，只有地位对等的人才能坦率地谈论问题或挑战，社交网站将改变这种局面。

如果把对同一话题感兴趣的人聚在一起，社交网站也会展现出企业背景下客户网站的一个关键属性，那就是“粘性”，因为用户不断回到社交网站查看朋友和熟人的情况。每个人都在维基或者社区论坛上想到什么就说什么，在传统管理者看来，这也许十分混乱，但是，整个群都在整理信息，看谁站出来了、谁在关键时刻引导了讨论方向、谁对话题有持续推动力。这是传统中层管理者众多任务中的一个，但是正如我们当中很多人知道的那样，他们的了解是有限的，有时带有偏见，而且难以转化为行动。此外，他们接触到的信息（好的、坏的）要少很多。组织进行扁平化，减少管理层级，就必须使用社交网络。社交网络允许员工获得新观念，了解有助于问题解决的东西，针对“组织应该怎样运作”各抒己见。

如果你不相信这一点，那么想想硅谷公认很久的一个事实：很多著名的大企业有着两个地位平等的共同创办人。比尔·休利特（Bill Hewlett）和戴维·帕卡德（David Packard）在帕洛阿尔托市的一个车库里创办了惠普；史蒂文斯·沃兹尼亚克（Stevens Wozniak）和史蒂文·乔布斯（Stevens Jobs），两个专业迥异、个性也迥异的人，也在一个车

库创办了苹果计算机；谢尔·盖布林（Sergey Brin）和拉里·佩奇（Larry Page）创办了谷歌，最初只集资到10万美元，都不用到银行开账户把钱存上；现代亚马逊网，是杰夫·贝索斯（Jeff Bezos）和CTO沃纳博·赫尔斯（Werner Vogels）一起创办的，他们顶着巨大阻力推出了网络服务和EC2云业务。

风险投资家安·温布莱德（Ann Winblad），在旧金山有家公司赫默温布莱德风险投资公司（Hummer Winblad Venture Partners）。布莱德正在寻找那种刚刚成立不久但很有发展前景的企业，他之所以这样做是因为，与自己独自创办一家企业相比，投资那种企业更保险。两个人一起创办企业，地位平等，互相信任，沟通线短，如果一个人提出的想法不好，另外一个人有否决权。我认为，这种两人小组是最简单的密集型社交网络，而否决权是它们发挥作用的关键，无论是面临威胁还是机遇，如果出现脱轨迹象，它们会进行自我矫正。

组织可以利用社交媒体，让人才从暗处走向明处积极地为组织献计献策，从企业内外招募人才充实队伍，把对同一话题感兴趣的人聚到一起互通有无、分享苦乐、合作、重新设计已经设计出的东西，让边缘人了解组织现状、关注组织未来、增强参与感。

保尔·吉林（Paul Gillin）在《新影响力：营销家带你走进新社交媒体》（*The New Influencers: A Marketer's Guide to New Social Media*）一书中，得出了类似的结论。吉林在书中说，有人认为2005～2007年间迅速发展的博客具有明显的混乱性质，并且预测恶意诽谤和贸然评论将大肆泛滥。吉林指出，相反，规范正在悄然形成，人们越来越注意自己在博客上的言行。“博客圈正在形成一种特别讲文明讲礼貌的文化，一小群有影响力的人正在设立行为标准，文明卫士迪斯雷利（Disraeli）都会认可这种行为标准。”企业内部的社交网络，不会一切都符合迪斯雷利标准，但是大部分会。

下一步：分析系统和业务智能

业引入云，还会促进计算力在另外一大领域的应用：分析系统和业务智能。如果项目信息放在一小群类似的服务器上，那么与分散在互不兼容的几个系统上相比，信息的挖掘和分析将变得更容易。当项目信息与企业网站上的产品销售活动绑在一起，两者都由内部云提供计算力，那么与分别在两个相互独立的两个系统上相比，信息的分析和交叉引用将变得更容易。一直以来，获得实时的业务信息几乎是不可能的，即使数据仓库过程提供完善的历史信息。新系统，比如复杂事件处理（complex event processing，简称 CEP），可以看着软件基础设施中的事件，比如从存货清单上删除一个商品（不管是在物理世界还是在数字世界，这个事件都通过存货系统发生）。CEP 可以弄清某些事件发生的速度、所在的时间范围、应该采用什么方法来衡量事件是否合规，等等。CEP 不一定需要云，但是，有些软件，若在云中运行的话，将展现出人意料的分析能力和洞察能力，CEP 就是其中一个。

简而言之，在很多组织中，IT 已经自行把“云式”能力引入企业数据中心的运营中，不管上级是否有指示。从根本上说，组织需要的不是某种形式的计算，而是灵活的业务操作平台。本章断言，内部云，有时与外部云资源配合，将是一个这样的平台。这样一个平台，可以为某些用户按需扩展，支持密集型社交网络、信息提取和共享。不言而喻的是，组织还需要一种新的企业文化，在这种新文化当中，人们明白这样的协同计算装置具有什么价值。

假想案例：利用云计算应对挑战

让我们展望一下未来，这也许有助于阐释怎样培养这样的企业文化。

早就有迹象显示，你的企业所在的行业出了问题。好几家竞争对

手，多年来生意一直做得红红火火，却在一夜之间倒闭了。听到这个消息，企业领导并不放心，相反，他们非常紧张，担心你的企业也会遭此厄运。

一天，危险真的逼过来了。一个新的竞争对手，马来西亚的一家企业，推出了一个产品，其设计比你的企业的旗舰产品更先进。这颗新起之秀，品牌知名度不如你的企业的产品，但是它已经取得一连串胜利，击败了很多老玩家。经过几个月的争吵和犹豫，现在你的企业已经到了生死存亡的关头。

IT 领导班子已经开始行动了。他们认识到未来的业务平台将是某种形式的云计算，并且已经开始重组了。为了顺利地重组，他们需要知道企业的生产策略是怎样的，然而，在这一点上，他们没有丝毫头绪。幸好，CIO 一直把 IT 定位为时刻做好准备，在需要的时候提供工具和技术，让企业抓住主动权。现在，正是用到 IT 的时候——那个新竞争对手威胁到头上来了。

生产部门有个中层经理，一直在通过非正式渠道与研究部门、设计部门和工程部门的中层经理沟通。这个年轻的经理还曾经走出公司，与客户谈论你的企业的最新产品，结果收到很多设计和功能方面的负面反馈。

在企业网站上，高级设计经理们曾经在论坛中提出很多创意，其中有些他们自认为很好，但是，让他们沮丧的是，不管他们提出什么创意，总是会被客户用户组的新总裁毙掉。这个新总裁，不像其前任那样礼貌待人，而且，他总认为自己的每个观点都是正确的。高级设计经理们怒了。

另外一方面，新总裁的这种态度催生了一个连他自己都没想到的新东西。有些设计师没有坚持自己最得意的创意，而是向研究部门的人请教，新产品是否能采用新材料制造。这个问题很关键，研究部门的人给出的答案是“也许”。但是已经太迟了。生产部门那个年轻的经理已经看够了，于是公开征集新的产品设计，并且设置了截止日期，要

求应征人在截止日期前把规格交给生产部门。那个生产经理没有权限这么做，但是每个人知道他这样做是对的，必须马上采取行动。

那个生产经理，以前不过是个“虾兵蟹将”，现在被破格提拔为新产品设计团队的负责人。他一上任，就马上提出申请，要求其他部门的两个同级（他没有权限指挥这两个人）加入团队，在前面的讨论中，这两个人一直是他的助手。CEO 批准了他的申请。一个跨部门团队浮出水面，里面有规划师、设计师、工程师和营销人员，以前，他们一直看着，危险越来越近，企业却一直不采取行动。

这个团队是自行组建的，以前是地下的、非正式的，现在由暗转明了。IT 的前期工作——实施云计算即业务平台（cloud computing as a business platform）——就要有所回报了。团队自助配置了几台虚拟服务器，一台用作维基服务器，一台用作电子邮件聚合服务器，一台支持团队简介网页“我们是谁”，还有一台支持门户网站（上面有各种各样的软件工具，用于写博客、建造参考库和文件库）。每个成员都写博客，用于报告每日工作进度、发表评论批评或支持团队其他成员。言论不需遵守什么规矩，只需坦率、透明（没有私心）、不进行人身攻击。只要是就事论事，那就是公平的，不管是支持还是批评，除非被整个群认定为不公平。如果某个成员与另外一个成员争得过火，其他成员都有义务劝阻；实际上，群正打算谴责这样的行为。不过，这样的行为很少见。团队自行组建，但是考虑了核心领导班子的意见。有些人的话有些刺耳，但目的只有一个：说出自己的观点，为之辩护，驳倒别人，成为最佳观点，或者被人驳倒，让出最佳观点之位。

另有其他虚拟服务器托管生产数据、招募网站。在招募网站上，团队成员谈论以前参加过的项目、合作过的人员，包括其他企业的项目和人员。他们坦率地讨论还有哪些人可以加入团队，并将那些人招募进来。在维基上，讨论转向团队成员想知道但是不知道的东西。一个营销人员打算设计一个很好的问题放入客户论坛，但是没人响应。团队领导的产品定位颇具争议，客户纷纷发表评论，其中有些非常犀利：

“即使你可以建造这样的东西，那你能保证你的技术支持能够理解这样的东西吗？”不过绝大多数评论是积极的。

只过了两个星期，但是，所有的办公设施都到位了，产品设计初稿出台了，方向确定了。实验室正在忙着按设计初稿制作原型。与此同时，论坛上正在进行激烈的辩论，一方的观点为，过分依赖新元件新部件，项目会垮掉；另外一方的观点为，老元件老部件，尽管久经考验，但就是达不到要求。

一切进展顺利，直到有人指出，一个关键的部件出现供应短缺，而且找不到第二个货源。团队邀请生产部的智多星加入，但是他也没有什么好建议，只有重新设计原型。没人愿意到这个时候返工，于是，团队领导向自己的 LinkedIn 熟人求助，让他们推荐一家年轻的、热心的企业，要求那家企业经过培训能够生产新部件。最后，终于找到一家符合要求的企业。

IT 又在外部云上建立了一个协同网站，这样新部件制造商的工程师可以与生产部的工程师沟通。新供应商的项目领导人甚至可以访问生产部门的内部云网站。实际上，项目团队自行添加了几台虚拟机，其中三台一直闲置着。在一次例行扫描中，IT 发现它们在第四周没有什么活动，于是在征得项目团队的许可之后让它们退役。团队领导认为，之所以出现过度供应，是因为某些团队成员太热情了。

产品按时投放市场，加入战斗。产品功能让客户大为震撼。产品投放市场三个月后，企业网站突然遭遇了一次产品信息查询和销售活动高峰。网站点击活动细微分析表明，竞争对手的很多客户到老制造商的网站查询产品，但是他们使用的关键词，你们企业的背景或文化里没有。IT 重新设计网站，插入这些关键词以及它们代表的过程的索引。新客户群找到了，网站流量再次增加了，交易履行能力也随着提高了。但是，IT 早就料到了这个问题。结果，一部分流量被引到某公共云中的备份网站，那里可以进行搜索，发布只读信息。采用多渠道做法，新产品成功地投放市场，你的企业了解了云的价值。

刚刚粗略地描述了一下，企业将如何利用云计算应对挑战。自始至终，企业应该明白，自己之所以成功，不是因为做好了充分的准备，而是因为尽管准备不充分，但是有云计算的帮助。企业准备了一个初级内部云，一旦明确问题，就能迅速行动起来。企业立即启用了先前令人讨厌、被人忽视的客户反馈回路。企业让自建的社交网络投入使用，不是仅仅在 Facebook 上小打小闹。云能够支持多种形式的协作，正是这一点让项目迅速推进。

不管在什么情景下，云计算都不可能解决所有的问题。应对挑战，说到底还需要人的智慧。但是，问题解决所需的训练、工具、平台是否准备到位了，将决定你的企业是生存繁荣还是歇业破产。

第十章
谋划未来

缩短沟通线，加深员工之间的联系，促进企业上下分享知识——企业经过重组，能够更好地应对无处不在的挑战。

这一切转变不一定非得依靠云计算，但是云计算能够促成其中的大部分转变。如果云能促进企业内部关系发生那些转变，那么为什么不能促进企业外部关系发生同样的转变，尤其是关键的企业—客户关系？实际上，当云与其他创新一起使用的，它完全能做到。

企业管理层总在想方设法地提高客户忠诚度。过去，那意味着销售客户需要的东西，但是在产品或服务里装上一个“钩子”，让客户多多少少非自愿地留下。只要使用了某企业的产品或服务，就必须不断地光顾那家企业。打印机需要墨盒，剃须刀需要刀片。这没啥新鲜的。

但是，现在的气候与往日的不同，世界经济大萧条。企业管理层正在努力寻找出路。谨慎的客户仍然不愿花钱。这样的环境下，成功的公式是什么？就像云计算能重塑企业的内部关系一样，云也能为以全新的方式管理客户关系提供一个平台。新方式要考虑到，因为手头不宽裕，客户有很多顾虑。要想从低迷的状态中恢复过来，企业不仅

需要与对手争收益，而且要努力重建对客户关系的信任。那个信任也许因为光景不好减弱了，尽管对华尔街那群“精英”——经济衰退的始作俑者，他们还像没事人一样照常上班——的愤怒、怨恨和抱怨没有减弱。

如果社交网络、维基、博客和社区论坛让企业内部沟通变得容易，那为什么企业不能使用同样的平台竭尽所能改善企业与客户的沟通？为什么企业不能在与客户的每次交互中展示其核心胜任力和主要价值观，以加深合作关系？

在云计算模式下，客户到企业的网站，不仅可以浏览信息，而且可以激活一些服务，企业通过这些服务传播一些东西，阐释其核心胜任力以及对某个主题领域的强烈兴趣。信息或服务原先绑在产品之中，是有偿的。现在，在花钱之前，客户就能了解企业可以为自己做些什么，留下深刻的印象。觉得这样的延伸服务有用，客户就会再来，然后发现企业还有一系列其他服务，客户可以激活某项服务、命令某项服务做某些事情或者通过某项服务实施控制。客户可以指定一些服务，定制产品——一个特别的户外齿轮，一台能放在地下室角落的堆肥机，或者将原先的多项独立服务整合成新的业务服务。将来，所有这些事情都是可能的，因为云能托管整合了业务规则和业务知识甚至专家知识（比如复杂的化学过程），并利用它们建造生成高级产品或服务的高级软件。对服务操作有了“程序控制权”，客户就可以指挥软件做事情。面对大量以前接触不到的专业知识，有些客户会喜出望外。于是，这样的客户会再次光顾，寻求更多的服务。

与此同时，这个新业务平台将通过云中交互捕捉更多的客户数据。它可以把那些数据实时（接近于同步）提供给客户销售与服务代表。如果时机恰当的话，销售代表就会介入并指出，客户想做的事情，企业可以做到。想买地板，不一定非要去门店，门店店员提供的东西，在线店员都能提供。根据整个交互过程中的软件事件提供的线索，销售员可以看出，客户在寻找什么、客户愿意为什么付钱。

云带来一个新的、颠覆性的做事方法

不久前，蒂姆·伯斯纳－李用几条简单的规范巩固了互联网，这些规范允许远程发布、链接、阅读文件。互联网第一阶段，是只读信息阶段。对企业而言，有了互联网，只不过是多了一种沟通媒介。这个阶段的特点，对所有业务而言都具有一样的意义，老业务没有遭到特别的破坏。

互联网第二阶段，是信息传播加狭义服务阶段。那个阶段的特点是，有限制的终端用户计算提供计算力的简单交互。那个时候，终端用户计算经常等同于在浏览器窗口的表格中输入几条简单的信息。有些行业遭到破坏，少数几个新的超级服务，比如搜索引擎、音乐下载、漫游和网络邮件出现了。一部分的零售业务转移到网络上。图书发布/销售业务遭到破坏，在线拍卖和交易平台成为新的交流交互媒介。各种各样的中间人和信息把关人被互联网交互式信息传递机制替代。

云计算代表互联网的第三阶段，更具颠覆性。这个阶段，是信息加广义服务和产品的阶段。这个阶段的特点是，无限制的对等式计算为深层交互提供计算力，双方都可以定义或者改变交互的内容、方式或程度等等。终端用户获得程序控制权的意义在于，在某些情况下，交互深入到什么程度，是由双方共同决定的，而不是由一方单方面决定的。交互可以在发生过程中改变性质。数据中心可以辨别终端用户的类型，有针对性地呈现选择菜单。终端用户可以修改软件，送回数据中心，告诉数据中心自己想做什么。在第三阶段，一项狭义服务后面可以跟上终端用户特别要求的一项服务，再跟上与终端用户共同打造的一项服务。云计算把前两个阶段的变化与一个强大的引擎结合了起来，这样就能做更多的事情。从这个意义上说，与前面两个阶段相比，云计算阶段更有可能颠覆老业务。云计算有可能成为一种波及范围很广的颠覆性技术，改变企业与客户的联系方式。随着云计算在接下来的几十年变得越来越成熟，企业对“云计算”一词的顾虑将消失，

而这次颠覆将被视作云革命。

颠覆还是被颠覆

面对颠覆性创新，企业一般会有什么反应？ 很多极好的研究都捕捉到了颠覆效应（ effects of disruption ）。 概括起来，他们说，企业会以造就颠覆性创新的新技术为基础，炮制出一种新的、低成本的做事方式。 最初，老企业抵制创新，因为创新不如它们提供的产品成熟，创新还降低了产品的价格和利润，不适合它们的核心客户群。 不管怎样，创新的早期采用者不是它们的客户，而且，创新的早期采用者一般也不会给它们带来多少利润。 然而，有些企业看到了创新的价值，于是对创新进行改造，让创新变得越来越完美，之后，越来越多的客户会采用经过改造的创新。 老企业看到他们的客户开始转移，于是仓促引入创新。 但是，新领域的领军位置已经被那些开辟出这个领域的企业占领了。 与那些企业竞争，老企业输定了。

老企业很难应对颠覆性创新，因为其文化建立的是为现有客户服务的流程、培养出的是为现有客户服务的思维模式。 为了服务于新兴市场的客户，企业有必要成立一个新事业部，新事业部不受现有企业文化的限制，任务是挖掘创新的潜力、对创新进行评价，企业根据创新开发情况对新事业部实施奖励。 这个新事业部，将通过利用颠覆性技术成长，在时机到来之时，教会母公司如何应对颠覆性创新。 这样做，或者采用类似做法，比如引入创新的核心研发人员担当技术领导人，企业也许会轻易地适应颠覆性变化，也许不会。 比如数字设备公司，它发明了卓越的 AltaVista 搜索引擎，以展示其 Alpha 服务器的优点，不久，企业陷入困境，而且情况不容乐观。

云计算为何是颠覆性创新呢？ 云当然符合克里斯滕森的标准：低成本的替代品、用在新兴市场、老企业触手可及。 既然颠覆性技术似乎并不服务于现有客户，那么老企业往往不能立即看清应该如何利用颠

覆性技术。这是云的另外一个显著特点。

然而，新用户还是会不知从哪儿冒出来。例如，Facebook 社交网已经够普及了，有些大型企业甚至鼓励员工之间用 Facebook 联系。但是自 2009 年 6 月以来，有 6 300 万人开始使用农场小镇（FarmVill）。农场小镇是 Facebook 上的一个应用，和开心农场差不多，用户可以在虚拟的土地上种植虚拟的庄稼、蓄养虚拟的牲畜，管理得当有奖励，疏于管理受惩罚。如果社会上隐藏着一种种庄稼、养牲畜的渴望，那么农场小镇就是表达这种渴望的少数几种方式之一。为了支持农场小镇，Facebook 不得不扩展云数据中心。目前还不清楚免费的农场小镇用户如何为 Facebook 挣钱，但是 Facebook 似乎对自己能够赢得 6 300 万新用户感到非常满意。Facebook 也许永远都不会利用那 6 300 万用户挣钱，但至少可以选择尝试这样做。种子和园艺供应商想在农场小镇上做广告吗？很多企业都会遇到这个问题，而 Facebook 毫不费力地解决了这个问题。

在其他方面，云也是具有颠覆性的。以前，大型机或者大型 Unix 群集可是紧俏资源，有了云，用户可以轻易地获得大量的计算力——比如，占据 12 台服务器，让它们服务 2 小时——价格还便宜一些。过去，企业用户使用企业的高性能计算机，研究人员使用研究中心的高性能计算机，都需要经过层层批准。有了云，任何用户，只要愿意用信用卡付账，就能使用高性能计算机。

过去，为了处理项目数据，研究人员需要花上几个月甚至几年的时间学习计算机语言、建造程序。在云的帮助下建造在云中运行的程序，编程将变得更容易、更迅速，并且将有更多的人能够从事编程工作。研究人员将能借助平台的力量编写程序的某些最复杂的部分，比如接上强大的数据库或者在恰当的时机将数据从存储器移到服务器的高速缓存（Cache memory）。做这些事情，研究人员不必亲自制造所有代码。

微软和 IBM 打算在开发工具的基础上提供云框架，在它们提供的

环境中开发出来的应用，部署起来会容易很多。 销售力网一直是这个领域的先锋，它不断地扩充工具库，让客户用于扩建现有的销售力应用或者为销售力网平台建造新应用。 建造云应用，需要的专门技能越来越少，可以借助云中已有的软件，建造在云中运行的软件。

另外，随着云的发展，更多用户将掌握编程技能，因为平台本身可以调用很多自动步骤。 编程工具将简化，在某些情况下，云会给用户一个选择清单，清单按照仔细设计的顺序展开，这样，几乎任何人都能建造简单的应用，然后运行它们。

企业将如何使用这样的资源？ 正如克里斯滕森认为的那样："颠覆性技术经常可以让不可能成为可能。"面对颠覆性技术，他建议采用"不可知营销"（agnostic marketing）方法。 不管是供应商还是客户，没有人确切地知道新产品或新资源将如何使用、使用多少。 所以不要假定你知道，找个办法用客户做试验吧。

颠覆性技术的市场经常从出人意料的成功中浮现出来……要想发现市场，你要看人们是如何使用产品的，不能光听人们嘴上说。 换句话说，颠覆性技术的市场是发现而来的——不是通过紧盯现有客户群来发现（有的现有客户甚至不知道颠覆性技术为何物），而是通过紧盯那些直接使用颠覆性技术的客户群来发现。 很多情况下存在代沟，年轻的一代接受并实施颠覆性技术，年长的一代抵制颠覆性技术，觉得现有技术已经够好了。

克里斯滕森警告说："为新兴技术发现市场，不可避免地会涉及失败，大多数个体决策制定者觉得很难冒险支持一个因为没有找准市场而失败的项目。"说到这里，你应该开始明白，为什么颠覆性技术会毁掉这么多企业。

聪明的人已经抓住并正在利用云计算的种种可能性，他们利用云计算的方式，很多老企业都想不到。 对云感兴趣的人突然认识到，云给他们提供了一条道路，让他们能做自己一直想做的某些事情，比如，研究一个问题、组建一个团队、打造一项服务，他们将想办法在云中做这

些事情。有商业直觉、知道如何利用云盈利的小企业，最受风险投资家的青睐。

未来的几幕

在我写这部分内容的时候，亚马逊 EC2 已经3岁了，而且正在迅速地成长。大萧条期间，不是每个人都关注这件事情。过去的两年，很多企业都在想方设法削减成本，这种状况会持续到2010年年底。也许有些企业将开始考虑云计算是否能推动经济复苏。与此同时，很多企业里，那些忙着运行计算机、操纵控制台的人，没有什么时间考虑云对企业有什么影响，更别谈尝试云了。很多企业不会忙着采用云计算，直到看到早期采用者获得了很大的成功，才会纷纷效仿，可是到那时，它们已经落后一大截了。

下面，看看几个假想案例，它们讲述的是不久将横扫整个经济世界的一类颠覆性变化。

你首次注意到变化，是在同一社区的某个大开发商破产的时候。大开发商没有注意到，周围冒出了很多新开发商。这些新开发商，规模很小，业务模式很特别，它们允许潜在户主自己设计房屋，然后按照他们的设计建造房屋，既达到户主想要的效果，又将价格控制在他们能够承受的范围之内。多年以来，房地产界一个非常流行的做法是提供平面图。大开发商提供几个平面图，这些平面图都久经考验，非常受欢迎。新开发商提供的是一个软件，该软件放在 USB 装置里，包含一位“建筑师”和几千个平面图及特写。通过这个软件，潜在户主可以在设计房屋的同时，自动上网咨询材料价格和其他方面的专业知识，并将之整合到设计之内。比如，有个人选择节能型设计，用太阳能电池板做屋顶。另外一个人，专门留出了一块空间给家里的老人用。还有一个人，是一个园艺家，安装了废水引流管道，用于浇灌植物，这样就不用超额用水。有些人想要酒窖，有些人想要连续的无线网络。经验

丰富但因循守旧的大开发商，听说过这些东西，但是认为它们太贵了，安装所需的专业知识本企业也没有，因此没有采用。潜在户主在哪家开发商那里完成了设计，就只能把建造工作委托给哪家开发商。承包了建造工作的开发商，又会把工程分包给很多小建造商。在大开发商看来，这种业务模式好像是一夜之间突然出现的。其实，员工陆续跳槽就是一个很明显的迹象，但是大开发商没有想到那一层。看见一栋又一栋房屋这样兴建起来，大开发商于是找人打听，结果，没有一个认识曾经参与过任何这种项目的建筑师、抵押经纪人、房地产经纪人或者律师，只是很多人听说过，某某人新买的房子是自己设计的，有个地方设计得特别好，在别人家里都没见过。

以上变化真是突然啊！但是，没有最突然，只有更突然。比如，住在街对过的那位航空工程师，突然变得非常清闲。三年多来，他总是在加班，因为他的企业那段时间正打算推出一种载客量更大、成本效益更高的客机。除了设计以外，企业还要在全球范围内寻找零部件供应商，并把零部件运到自己的生产线上。项目实际上进展得很顺利，已经有产品陆陆续续走下装配线（尽管比预订计划落后了几年）。企业还有几个较小的项目在同时进行，它需要新市场，以保证盈利、让员工都有活干。企业尝试过小型飞机，甚至尝试过可以携带隔夜行李的无人驾驶飞机，但是，却完全错过了未来50年内的业界最佳新市场——太空旅行。业界每个人都知道，太空飞行存在很多不安全因素，它需要与一个大型政府机构和国防行业的火箭制造商进行合作。没有人知道新的合成材料能让又短又粗的飞机机翼、呈蛤壳状的机身减掉多少重量和尺寸，这种航天器要在起飞后的48小时内到达一个长130 000英尺、微微倾斜的驿站，在那里将喷射发动机换成火箭发动机，然后发射到太空。一旦进入太空，航天器就利用月亮和地球的引力作为动力，返程也利用月亮和地球的引力作为动力，就像古老的阿波罗太空船一样。人们认为能向别人炫耀自己看见过月亮的背面，7 349美元一张的票钱花得也值得。宇宙飞船制造商还大言不惭地说，这种

旅行的碳排放量还没有从洛杉矶到纽约的一次常规飞行多。怎么可能呢？那位航空工程师说，如果想设计出那种旅行用的宇宙飞船，他的企业必须投入一大群工程师和几十亿美元，但是不知道太空冒险公司（OuterAdventures Inc.）是怎么做到的。现在，很多航空航天公司就对一件事情感兴趣，那就是建造自己的蛤壳式宇宙飞船舰队。他的企业怎么就错过了这个市场？现在，他的企业没有什么活干，他经常放假，不得不重新找工作，希望找到一家对他的喷气式飞机设计技能感兴趣的公司。

同一故事以不同形式演绎了一次又一次之后，人们才会明白经济正在经历大范围的颠覆。没有人能单单指责哪一个行业，很多行业都在经历迅速的变化。有一点很清楚，推动变化的那些企业，很多都在使用云，但是你永远都不能确定它们是如何使用云的。在EC2第五个生日前后的某一天，自助配置终端用户和云数据中心似乎会整合成一股越来越强大的颠覆性力量。

这里给的案例是假想的，但是我相信，过不了多少年，它们就能成为现实。企业必须决定是眼看着颠覆浪潮袭来而坐以待毙，还是去主动驾驭云。

驾驭云

明智的管理者会从数个策略中选取一个策略用来应对即将发生的变化，没有哪个策略适用于所的企业。但是，在最后关头不得已而改变并不是一个正确的策略。认为奉守企业长期坚持的信条就能做好工作的员工，需要一个路线图指导自己沿着正确的路线走向未来。

然而，任何组织内部也许都有两三个精英或者一个小团队对云计算感兴趣。让这些人形成一个非正式小组，列出两个清单，一个是云最可能给企业带来什么影响，另外一个是企业可以在云中做什么。刚开始，这个任务也许很无趣，执行者会认为，履行现有职责，要做的事情

已经够多了。但是，这个任务其实是向所有人传递信号：企业对云计算感兴趣。承接任务的人，在结合自己的工作考虑这些问题时，也许会提出一些好想法。还有一些人，尽管没有加入非正式小组，但是在看到企业有兴趣了解云计算时，也许会说出自己的理解，提出一些好的想法。很多人手短缺的企业也许会指定一个计算机专业人员完成这样的任务，但是重要的是，要让一个非常了解业务的人也参与其中。这样的人很快会看到，某些与客户相关的业务流程可以移到云中，那样执行效率会更高。

在较大的组织中，也许有个擅长与业务分析师以及管理人员沟通的IT专业人员或者IT专业团队，尝试着把工作负载发送到云中，看看工作负载在云中是如何完成的，并且弄清哪些类型的工作可以卸载到云中。此外，如果企业愿意并非仅仅把云当作实验室一样地使用云，那么企业可以在云中建造原型服务来阐释企业能为客户做什么。

一条值得探索的道路是，是否可以形成能够给企业提供宝贵反馈建议的客户社区。网站管理人员也许会说，网站就适合建立这样的客户社区。在很多情况下，确实是的。但是，云社区除了能够提供网站社区能够提供的客户交互之外，还能提供网站社区不能提供的客户交互。在云社区，企业提供几种类型的代码供客户选择，或者，如果客户的代码与现有服务兼容就接受客户的代码，而客户对这些代码具有“程序控制权”。软件工具可以放在客户手中，以更好地利用现有服务或者共建新服务。在企业防火墙后面的服务器上这样做，也许会让企业大敞空门、遭受攻击。在网站上这样做也许会破坏网站或者让网站崩溃。但是在云中虚拟机上这样做，生产系统就不会受到终端用户试验的影响。也许会有两家积极进行尝试的客户在社区网站碰面，于某天午夜合作发明出一个惊天动地的东西。

说到颠覆，记住一点，企业和客户都不能确切地知道该如何使用颠覆性新技术。在微软、IBM、谷歌和销售力网等企业，让客户对企业制造的某些资源具有“程序控制权”是司空见惯的做法。但是很多老

企业不熟悉如何实施这种做法（控制权有严格的限制）或者如何安全地实施这种做法。今天，服务建在软件之内，云中的 SaaS 是一个新的分配方式和经济模式。销售力网成长迅速，并证明这项技术是有用的。

以上几条道路，不管哪一条，如果早期反馈表明它是有前景的，那么企业也许就该听从克里斯滕森的建议，创建一个新的事业部，专门探索新机会，取得任何收益都大加奖励，不管对总利润是否有显著贡献。如果这个事业部和竞争对手都没在某条道路上探索出什么结果，那就悄悄放弃这条道路吧。如果，经过几次失败，终于有条道路通向了成功，那么与同行相比，企业就多了一些经验，更可能作出明智的投资选择。

成功之路并非一定是由你委任的团队探索出来的。有些业务经理，你以为他们一点编程技能都没有，但是，没有人会想到，他们竟然悄悄地学习了 PHP，用云设计出一个新流程或新产品——这就是一种“云臭鼬工厂”（cloud skunk works）。高层必须决定这样的行为是该奖励还是该惩罚。但是，就颠覆性变化而言，用颠覆性技术做的直接试验越多越好。十有八九，企业采用业务经理的创新后，会告诫业务经理，企业的老传统是不能丢的。如果业务经理没被吓到，继续挖掘云计算的潜力，再次成功，险胜竞争对手，那么他就会从小卒变成英雄。通过在新产品上反复应用软件特性，企业不断地向前发展着。在云中做试验要付出代价，在一个一无所知的领域与竞争对手厮杀也要付出代价，前者的代价与后者的代价相比，简直是小巫见大巫。

“程序控制权”意味着客户做主

我们强调小企业可以用云进行先进的设计，因为在过去，先于市场设计产品往往是不可能的。市场还未确定就盲目地设计，代价是很大的。前面给出的假想案例假定：有了云，设计就不用再遵循传统顺序。确定好市场，咨询过客户，下一步往往就是启动内部计算机辅助

设计与制造系统（CAD/CAM）。CAD/CAM 系统很贵，但是用云做设计平台，成本就会降低。不用花大价钱聘请设计师，客户可以自己到云中，使用云中先进的软件设计系统。软件可以整合，比方说建房子的规则、规范和最佳做法，允许用户在没有建筑师的指导下独立设计出一个高度客制化的模型。然后，一个专门的产品管理企业会思考如何生产产品。让潜客自己设计，你就不用担心产品卖不出去。这个过程也许只能为一项业务赢得寥寥无几的客户，但是它却还能让企业了解潜客对什么感兴趣，相当于免费做市场研究啊。

云计算平台也可以用作进军市场的集结地，有实力的企业才能通过筛选，进入项目小组，定期做贡献。发挥这个作用的云一般是垂直云（vertical cloud），也就是上游企业与下游企业之间的云。在垂直云中可以进行财务交易，因为垂直云中的各家企业，尽管在目标上一致，但是在结构上相互独立。就像内部云可以把不同部门的人聚在项目小组里一样，垂直云可以把不同企业的人聚在项目小组里，因为所有财务交易都发生在共享云基础设施上，也能在共享云基础上进行审计。我们很快就能监控、审计、管理给定软件基础设施上的所有事件（如果我们选择这么做的话）。

例如，将来的某一天，政府监管机构也许规定，所有按揭贷款都在垂直的“按揭云”（mortgage cloud）中办理，这样，过程的每一步都可审计到很细的地步，甚至能够弄清谁说过贷款申请人有足够的收入进行按揭。再像上次那样来一轮贷款人因为不能还贷而纷纷转移按揭的风潮，也许就会出现“监管云”（regulatory cloud）。政府审计机构随时都能进入“监管云”，重构导致基于虚假收入信息和其他虚假证明发放不良按揭的事件。在不太遥远的过去，这样的按揭很常见，但是，如果直到事后审查才被发现，那就很难说清在伪造过程中谁做了什么决定。不是监管机构不想找出责任人。在按揭云中，所有决定都可通过软件事件加以审计和重构，那些为每个事件负责的人必须在上面留下签名。想象一下，监管云对按揭可靠性的影响。如果，监管云让那些原

打算盲目按揭的人有了经济理性和责任意识，那么，监管云也能让一群素不相识但都很可靠的人聚在一起，进入共享市场，作为整体参加投标，中标后提供服务，获取报酬。可审计的云计算交易也许有一天会改变企业结构，甚至让某些部门消失。现在，软件交互是可以随意确认、追踪和重构的事件。

在颠覆性变化期间，产品将预测市场，而不是等着市场清清楚楚地出现在面前。这就要求客户和制造商互相发现。一种方式是，企业与客户形成社区，企业除了向客户销售产品之外，还向客户免费提供专业知识和服务，倾听客户反馈。这样的社区有个很好的榜样，那就是开放源码项目。开放源码项目中，资深开发人员是核心成员，他们贡献代码、管理产品；用户是大众成员，开发人员说代码准备就绪，他们就开始测试代码，当然，如果用户想贡献代码，那也是可以的。沟通线又短又直接；不能所有人都围绕着代码，还要有个擅长电子交互的人负责建设社区、倾听反馈。如果企业拥有的是用户社区而不是“客户基地”，那么企业的反馈渠道就会多很多。将反馈融入产品规格和设计中，改进产品，企业才能发展。

不管采取什么策略，你必须认识到，云将是一股日益强大的民主化力量，它将把更多计算力送到各种各样终端用户的手中，它将向各种各样的终端用户提供更多的专业知识和服务。云将与大众分享很多领域的专业知识，在某些情况下，个体不仅会从云中获取知识，而且也会把自己的知识贡献出来，放入云中。

一直以来，终端用户都在反抗集中计算和主奴关系，云是这一革命的延续。现在终端用户有自己的计算机，而且，终端用户计算机的能力和形式正在迅速地发生变化。终端用户已经认识到，要实现“自己做主，想用多少计算力就用多少计算力”的目标，带上自己的计算机并不是唯一的方式。强大的网络数据中心提供的服务，可以大大增强个人计算机的能力，不管是什么样的个人计算机，尤其是在可以从数据中心按需获取大量资源的时候。随着这两股力量——一端是聪明的终端

用户，另外一端是强大的数据中心——交互作用，一个不同于以往的新世界就会出现。在这个新世界，从我们醒来的那一刻起，到我们入睡的那一刻止，数字文化一直包围着我们。人类最伟大的成果将紧贴我们，如影随形。

我们如何适应这一无所不在的数字文化以及造就它的云？云尽管有可能被不正当地使用，但是它的用途是很大的，能缩短沟通距离。素不相识的人若是想合作，可以利用云，客户若是想发现供应商的特色、供应商若是想发现客户的需求，也可以利用云。有了云，有着不同背景的“探险家”就能聚在一起，用一种前所未有的方式开展合作。

作为业务平台，云全天 24 小时提供服务，展示客户感兴趣的专业知识，并且围绕专业知识建造交互社区。企业可以从客户的知识分享中收集线索，决定往哪个方向发展业务。通过加强合作，企业可以从客户当中挑选某人担当项目负责人。给客户提供双渠道，让客户既能说又能做，这样，企业就能了解客户是谁、客户对什么感兴趣、接下来可以做些什么以满足客户的需求。没有吸纳客户做成员的设计团队将成为历史。

这，就是云革命——实现规模经济效益、成倍增加终端用户的计算力、增强企业的 CRM 能力。云革命也是潜在的颠覆性力量，将席卷很多行业。在云平台，新企业将可以与老企业公平竞争，财务交易将变得更规范。云计算将带领你的企业走向成功，还是让你的企业误入歧途？答案在那些理解这场革命、掌握资源、打算利用资源的人手中。

第十一章

星云：NASA 的战略云

联邦政府的 IT 费用每年都在攀升，为了控制 IT 费用、减轻美国人民的负担，联邦政府开始想办法按照统一标准建造统一的数据中心。早期有证据表明，联邦政府认为，云计算也许有助于实现这个目标。

就像企业一样，政府对计算力的需求也越来越大，政府建造的数据中心，数目和类型也都越来越多。很多人批评政府在 IT 上花了太多的资金，建立了太多的计算中心，NASA 一直是众矢之的。NASA 有很多分支机构，位于不同地点，比如休斯敦太空飞行中心（Houston Space Flight Center）、肯尼迪角发射基地（Cape Kennedy launch site）、位于加利福尼亚州帕萨迪纳市的喷气推进实验室（Jet Propulsion Lab）、位于马里兰州绿带城的戈达德太空飞行中心（Goddard Space Flight Center），等等。NASA 需要一种共享资源，让与数据中心不在同一地点的员工也能轻松地访问数据中心。在那个意义上，NASA 可以被看作是整个联邦政府的缩影。整个联邦政府的数据中心，已经从 10 年前的 498 个增加到现在的 1 200 多个。

联邦政府现在一年的 IT 费用为 760 亿美元。2009 年，巴拉克·奥

巴马（Barack Obama）总统任命维韦克·昆德拉（Vivek Kundra）为联邦政府的第一任 CIO，监管所有联邦数据中心。昆德拉认为，云计算可以用来控制不断攀升的 IT 费用。

2009 年 9 月，昆德拉制造了一起轰动事件：推出 apps. gov，一种初级云计算，联邦机构可以在上面购买软件。但是，18 个月前，另外一个项目已经启动了，它的长期目标比 apps. gov 的长期目标更宏大，它就是星云云计算平台（Nebula Cloud Computing Platform）。星云云计算平台就位于昆德拉宣布推出 apps. gov 的地方——加利福尼亚州山景城的 NASA 艾姆斯研究中心（Ames Research Center）。

昆德拉很少提及星云（仍在试验阶段），但是大部分人都相信，昆德拉以及其他联邦官员把希望寄托在星云上。尤其是 NASA，它有很多战略目标都寄托在星云项目上。这些战略目标与企业的战略目标有所不同，但并不是截然不同，它包括：

- 设计一种建造简便、使用灵活的数据中心；
- 让这样的数据中心发挥最大的规模经济效益；
- 让数据中心容易扩充；
- 让数据中心成为能与其他机构共享的资源；
- 提高 NASA 的公众参与度；
- 提供一个基于开放源码的平台；
- 把 NASA 制造的代码作为开放源码贡献出来，让其他机构也能使用；
- 让数据中心容易虚拟化和管理；
- 让 NASA 外部的研究人员和合作伙伴更容易使用 NASA 的数据和计算设施。

星云真是占尽天时地利啊。第一，建造星云的联邦研究中心，原先参与过 ARPAnet 项目（我们在第二章提到过，该项目导致了互联网的诞生）。第二，星云所在地，聚集着几家一流的互联网服务器供应

商，包括美国最大的互联网服务器提供商 MAE-West；把便于记忆的域名转化成机器可以识别的 IP 地址的域名系统（Domain Name System），在那里有台服务器。据估计，艾姆斯有价值 30 亿美元的固定设备，有 2 300 名研究人员，其中很大一部分人拥有高级计算机技能。简而言之，因为独特的地理位置和文化背景，所以艾姆斯非常适合开展与互联网有关的试验。

NASA 说过，它想利用艾姆斯星云云计算平台重新激起公众对 NASA 宇宙探索的兴趣，这一任务并不比阿波罗登月、漫游者初探火星红色地貌等壮举简单。企业若想利用类似的云平台吸引公众参与，可以效仿艾姆斯研究中心。

首先，让我们描述一下，星云迄今为止的发展情况。

将来，一旦管理软件准备就绪，星云平台要托管很多 NASA 网站。现在，星云就在托管网站 nebula. nasa. gov，上面包含有关星云的资讯、博客以及读者评论。但是星云仍然是个原型、半成品。在我写这部分内容的时候，星云的贝塔测试版有望在 2010 年 3 月出台。设计星云是为了以更低的成本托管更多的网站。

2009 年 12 月 10 日，451 小组（451 Group）的云分析师在一篇报道中写道："NASA 利用开源星云追求云效益，宇航局的 IT 费用太高了。NASA 下面的每个机构一般都自建数据中心；采购一个网站，从申请、到批准、到实施、到能够使用，需要耗时 40 个星期。星云计划将这个时间缩短到几分钟。"

据报道，今天，NASA 各种各样的数据中心托管着 3 000 个内部、外部网站；整个联邦政府有 100 000 个网站。如果所有这些网站以及 NASA 将来建造的网站都托管在星云中，那会节省多少钱啊？在最新进展报告中，NASA 发言人说，在共享基础设施上建设网站，比如在星云上，一小拨训练有素的网站开发人员就能维护很多不同的网站。只要 NASA 下面的每个机构都自建数据中心并且按自己的方式管理数据中心，那就是不可能的。

星云的软件仍在编写之中，很多情况都不明确，但可以肯定的一点是，星云的很多软件使用了免费开放源码，包括 Linux 操作系统和 Linux 群集文件系统，还有太阳微系统的 Lustre 文件系统。 Lustre 文件系统，是一种能在单群集中跨千台服务器工作的文件系统，是世界上最大的超级计算群，有 15 个在使用 Lustre 文件系统。 星云还使用 Django 网络应用框架，一个用于快速建造轻型巨蟒（Python）脚本语言网络应用的工具和 Solr ——一个开源索引和搜索引擎。

星云网站 nebula. nasa. gov 发布的一则消息说：星云的一个关键元件是开源 Eucalyptus 项目的云 API，它能模仿亚马逊网络服务 EC2 的基本行为。 因此，所有与亚马逊网络服务兼容的工具都可拿来使用，或者说只需稍微客制化一下，就可用于建造或优化为星云设计的应用。 设计成能在星云之中开源 Xen 或者 KVM 超级监督者之下运行的虚拟机也能在亚马逊 EC2 中运行，这样 NASA 团队或者 NASA 的合作伙伴和研究合作者就有替补网站运行自己的应用。 2009 年 11 月 16 日，艾姆斯研究中心星云项目的一个网名为 JLindsay 的员工在博客中写道："采用 Eucalyptus，我们就把为 EC2 制作的工具和系统引入了星云生态系统，所以，EC2 中的很多工具和系统也能在星云中找到。 Eucalyptus 让 EC2 与星云多么的兼容啊！"

简而言之，星云开发人员效仿亚马逊，当初设计时就为日后扩展留有很大余地。 开放源码久经考验，质量让人放心，使用开放源码，可以省去不少软件许可费。 开放源码也是实现云计算目标的捷径。 NASA 艾姆斯员工将制作更多代码，将独立的开放源码绑在一起，获得更强的集成性。 艾姆斯员工的努力成果也会在将来的某一天变成开放源码。

JLindsay 在 2009 年 11 月 16 号的博客上说："NASA 特别添加的代码最终也将成为开放源码。 星云的目的是为政府的大规模开源项目树立成功典型，并且为其他机构的类似项目铺平道路。" NASA 的战略目标为：进一步参与开源项目，吸引更多开源开发人员审查、测试它制造的代码，造福自己、造福公众。

Jlindsay 总结说："云让计算力成为平价商品，很多新技术将因此变得更普及。人们希望，云和免费的开源软件有望打造一个高效透明的政府。"这里暗含一个假定：如果政府决定建造更多云式数据中心，那么以某联邦云为中心的开源开发活动可以轻易地转移到其他联邦云中。这样的做法，会起到把数据中心软件标准化、降低数据中心成本的作用。

星云网站发布的信息："平台本身有助于在整个政府采用开源软件。虚拟机很好启动，还有现成的机器映像库，所以几乎任何人（不管是否是 IT 员工）都能在短短的几分钟中内自行创建一个用于测试开源解决方案的环境。这将降低尝试新软件、消除下载、安装配置、为试验评价提供临时测试床的进入壁垒。"

编写之中的星云软件将来是要在星云的集装箱化 x86 数据中心里的服务器上运行的。艾姆斯研究中心定做的装有 x86 服务器的 40 英尺 Verari FOREST 集装箱去年就到货了。Verari FOREST 集装箱，里面隔成了一格一格，带有电源、冷却部件。艾姆斯研究中心没有公布多少有关服务器具体设计的信息，只是说有些服务器是由艾姆斯研究中心在硅谷的邻居思科系统制造的。大家都知道，思科系统一直在为它的新 UCS 服务器寻找大客户。思科于 2009 年夏天进入虚拟刀片服务器市场。第二个供应商是 Silicon Mechanics，位于华盛顿州的博泰尔市，主营为虚拟化和群计算设计的机架式服务器。

购买船运集装箱化服务器意味着，NASA 不用提前两年为数据中心选址、建造活动地板。根据戴尔（它也在经营集装箱化服务器业务）的说法，一个服务器集装箱从订购到建造到交货，只需 90 天。

NASA 艾姆斯 CIO 克里斯·肯普（Chris Kemp）没有评论过服务器的细节，但是他说，插头式船运集装箱化服务器适合 NASA 的目标。在接受《信息周刊》记者尼克·胡佛（Nick Hoover）的采访时，肯普说："我计划再买一些集装箱，好移来移去。集装箱模式太棒了，哪里需要就可往哪里搬。"

例如，NASA 可以把集装箱放在与宇航研究机构合作的大学里，甚至放在宇航局的发射基地。 集装箱可以移动、插电源，就像那些由卡车运送到微软芝加哥云数据中心然后卸到水泥地板上的集装箱一样。

已经有个公众参与项目用到星云了。 2009 年 6 月 18 号，NASA 发射月球环形山观测卫星（Lunar Crater Observation and Sensing Satellite，简称 LCROSS），该卫星围绕月球旋转，目的是检测月球极地或者阴暗区环形山是否有固态水存在。 10 月 9 号，运送 LCROSS 的半人马火箭（Centaur Rocket）的上面级按计划撞入月球南极地区的一个环形山，看看 LCROSS 仪器能否在碰撞产生的羽状喷射物中检测到水蒸气或者水滴。 该实验的目的是为了了解月球的一个永久阴暗区，该阴暗区的含水量也许比以前认为的要高。

NASA 公布了碰撞日期，是某天凌晨 4 点 30 分，鼓励天文爱好者在指定地点用照相机和录像机收集有关羽状喷射物的信息，越多越好。在一个译名为“大众科学”（Citizen Science）的网站上，NASA 建议，拥有 10 英寸或者 12 英寸望远镜的人把望远镜对准月球南极地区，以捕捉半人马火箭撞击的光谱图、静态图像和视频。

NASA 网站 LCROSS 专栏说：“LCROSS 的任务是积极地从公众那里征集撞击影像。 NASA 当然会把整个撞击过程记录下来，但是，公众提供的影像是很有价值的补充。 本网站将举办撞击影像展，欢迎个人或专业机构提供作品。”（请见 http://lcross.arc.nasa.gov/observation.htm）

结果，天文爱好者把捕捉到的几个高分辨率影像上传到星云托管的“大众科学”网站上，在上面展览了 30 天。 NASA 发言人说，在地球上通过望远镜观察撞击，不如预期的那样清晰，所以，天文爱好者上传的影像没有像原先希望的那样进行永久展览。 然而，NASA 的专门仪器在碰撞产生的羽状喷射物中检测到水分子的存在，证实了那个永久阴暗区的含水量与地球最干旱的沙漠区的含水量差不多。 LCROSS 的试验也向 NASA 的众多机构阐释了，星云可以用来提高公众参与度。NASA 内部有几个小组正在探索如何利用星云邀请公众参与他们的下一

个项目。

迄今为止，NASA 内部很多小组用过星云。2010 年年初，NASA 艾姆斯研究中心发言人在一次最新进展报告上说，他们已经收到 800 个要求使用星云基础设施的请求。按计划，NASA 外部的机构也可使用星云。星云上面的软件控制台，可以允许来自外部机构的授权用户自行按需供应虚拟机。一个外部联邦机构，美国管理和预算办公室（Office Management and Budget，简称 OMB），是星云基础设施的常规用户，它安装了自助配置和内部计费系统，方便根据服务器台数和使用时间进行收费。OMB 显然是个试点，其目的是阐释联邦政府其他机构也是可以使用星云的。发言人说，内部计费收入，用在了星云的继续发展上。

很多企业乐于与数字导向的年轻一代保持联系，同时也在想办法提高其他所有年龄阶段客户的参与度。企业数据中心里的内部云或者 GoGrid、Joyent 和 Rackspace 之类的外部云，也许能提供一种经济有效的公共关系管理方式。企业可以效仿 NASA，让分散在各地的分子机构以及外部机构使用共享计算基础设施。

效仿是可以效仿，不过，NASA 与企业有很大的不同。星云比政府的很多其他计算站点更安全。因为星云有个共享架构，所以，与有着多个操作系统甚至多个版本同一操作系统以及其他软件的数据中心相比，在星云上更容易安装并升级防护措施。我们可以代表 EC2 以及企业使用的其他云资源说一句："架构越统一，防护越容易。"

另外，星云开发人员回避了一个常见的业务安全问题：如何控制客户相关数据、交易信息以及其他隐私数据。按照设计，NASA 只在星云里放置从定义上讲就是公共信息的信息。NASA 的目标是通过云提高机构信息的透明度、促进机构信息的分享。

星云网站说："星云现在只存储公共信息，而且目前还不打算存储敏感信息。创建星云是为了让 NASA 能够更容易地与公众在网络上互动，向公众提供 NASA 的数据集。"

然而，NASA 的星云阐释了云计算如何能促进一些战略目标的实现。如果 NASA 每个分支机构依靠自家数据中心去实现这些目标，那就会太费金钱或者太耗费时间了。

星云，和其他大多数云一样，支持用户自助配置。星云运行的虚拟机，与亚马逊基于开源超级监督者 Xen 的 AMI 类似。实际上，要想建造与亚马逊网络服务兼容的私有云（也就是，在私有云中运行的虚拟机也能在 EC2 中运行，在 EC2 中运行的虚拟机也能在私有云中运行），一个办法就是效仿 NASA。

然而，NASA 的云计算策略把技术与机构整体使命绑在了一起。NASA 艾姆斯研究中心阐释了它是如何把某些活动与云计算连在一起的，以及它是如何计划利用云计算实现某些战略目标的。

因为星云是个半成品，所以目前还不能说企业可以使用星云模式实现自己的战略目标，毕竟很多东西都不明确。例如，现在还不知道，NASA 必须使用星云开放源码自编多少管理软件，也不知道 NASA 是否使用了商用产品。但是，如果将来有媒体报道，联邦政府的其他机构以星云为榜样成功地建造出其他公共云，那么就会有很多企业纷纷效仿。星云将为建造一个管理简单的标准化数据中心以实现规模经济效益树立榜样。NASA 各分子机构以及 NASA 外部的机构可以采用即付即用式方式获得星云的服务。用户将能自助配置虚拟机，计费是自动的。

如果云计算为 NASA 降低了总 IT 成本，那么这将证明维韦克·昆德拉说得没错。在未来的很长一段时间里，联邦政府和企业都会受到经济气候的限制，所以，云计算的实施，任重而道远啊。

附录 A
云革命

NIST 对云计算的定义[1]

注解 1：云计算是一个仍在演化的范式，其定义、使用实例、底层技术、问题、风险和收益还有待众多公共、私有部门经过热烈讨论加以提炼。云计算的定义、属性和特点将随着时间演化与改变（2009 年 10 月）。

注解 2：云计算产业代表一个由很多模式、供应商和市场利基构成的大型生态系统。这一定义试图囊括各种各样的云方法。

云计算的定义

云计算是一个让通过网络方便地按需访问可配置计算资源（例如，网络、服务器、存储、应用和服务）共享池成为可能的模式，其中，计算资源的迅速供应和释放只需服务供应商极少的管理与干预。这一提

① 本文来自 NIST 的信息技术实验室（Information Technology Laboratory）。

高资源可利用率的云模式，有五个基本特点、三个服务模式和四个部署模式。

基本特点

按需自助服务（On-demand self-service）。客户不与服务供应商进行人际交互就可单方面自动地按需配置计算力，比如服务器时间和网络存储。

随地网络访问（Broad network access）。计算力遍布网络，各种各样大大小小的终端设备（例如，移动电话、笔记本电脑和掌上电脑）都可通过推广使用云计算的标准机制访问计算资源。

资源池化（Resource pooling）。供应商池化计算资源，使用多租户模式服务多个客户，即按照客户需求动态分配各种各样的物理资源和虚拟资源。客户一般不知道更无法控制资源具体来自哪里，最多知道一个大概，比如，哪个国家、哪个州或者哪个数据中心。其中，资源包括存储、处理、内存、网络带宽和虚拟机。

收放自如（Rapid elasticity）。云具有弹性，即计算资源可迅速供应亦可迅速释放、计算力可迅速变大亦可迅速变小（在某些情况下还是自动的）。在客户看来，计算力的供应似乎是没有限制的，想在什么时候购买就可以在什么时候购买，想购买多少就可以购买多少。

服务可量（Measured service）。云系统根据服务类型（例如，存储、处理、带宽和活跃用户的账号）测量资源的使用量，自动控制并优化资源的使用情况。资源的使用情况可以加以监督、控制和报告，为供应商和客户提供透明的服务。

服务模式

软件即服务（Cloud Software as a Service，简称 SaaS）。客户可以使

用在云基础设施上运行的应用。客户在各种各样的终端设备上通过诸如网络浏览器（例如，基于网络的电子邮件）之类的简易客户界面访问应用。客户既不管理也不控制底层的云基础设施，包括网络、服务器、操作系统和存储，客户甚至不能单独使用应用，除非客户需要特别配置应用的运行环境，在这些例外情况下，客户的自定义权限也不大。

平台即服务（Cloud Platform as a Service，简称 PaaS）。客户可以在云基础设施上部署应用。应用可以是客户自制的也可以是客户从市场上购买的现成的，但是必须用供应商支持的编程语言和工具写成。客户既不管理也不控制底层的云基础设施，包括网络、服务器、操作系统和存储，但是控制所部署的应用，可能还配置应用的运行环境。

基础设施即服务（Cloud Infrastructure as a Service，简称 IaaS）。客户自助配置处理、存储以及其他基础计算资源，这样，客户能够部署并运行随便什么软件，而软件可能包括操作系统和应用。客户既不管理也不控制底层的云基础设施，但是对操作系统、存储、所部署的应用具有控制权，可能还对少数几个网络元件（例如，宿主机防火墙）具有有限的控制权。

部署模式

私有云（Private cloud）。云基础设施只为一个组织服务。可以由组织自己管理，也可以由第三方管理。可以在本地，也可以是远程的。

社区云（Community cloud）。云基础设施为一个社区提供服务，而社区由几个组织构成，这几个组织有着共同关注的问题（例如，任务、安全要求、政策和法规）。可以由组织自己管理，也可以由第三方管理。可以在本地，也可以是远程的。

公共云（Public cloud）。云基础设施面向一般公众或者某个行业提供服务，所有者是某个销售云服务的组织。

混合云（Hybrid cloud）。云基础设施由两个或两个以上不同性质的

云（私有云、社区云或者公共云）构成，每个云仍然是独立实体，但是通过某种让数据和应用能在不同云之间转移的标准化技术或者专用技术（例如，在云间均衡负载的云爆技术）绑在一起。

注释：云软件充分利用云范式，努力让服务做到无状态、低耦合、模块化、语义互操作。

附录 B

《信息周刊》分析，2009 年 6 月

权衡技术风险考虑的主要因素有：可能受影响的业务流程的关键性、被移动或被访问的数据的敏感性、成本、对供应商的了解程度、组织的风险偏好。

简而言之，就整合一项基于云的技术而言，业务流程越关键、所涉数据越敏感、对供应商越不了解或者说对供应商的尽职调查工作准备得越不充分，越有可能给组织引入越大的风险。反之，流程越不关键、数据越不敏感，潜在风险越小。

潜在风险和实际风险当然有着明显的不同，两者不该混为一团。关键不是一直说“不”，而是了解潜在风险，确保潜在风险水平符合组织的风险偏好。换句话说，引入基于云的技术时，要睁大眼睛，留个心眼，确保自己能够管理潜在风险。

比方说，你考虑在云平台上建造一个非任务关键型（non-mission-critical）应用（也许是为营销团队开发一个工具）。应用不涉及任何敏感数据，你对供应商做了足够的调查，了解到其管制位于你的风险承受水平之内。与之相反的一个极端情景是，你打算把某个业务移入云中，

这项业务涉及敏感数据，比如个人身份信息、信用卡号码信息或者其他任何高度机密信息，但是除了事先向供应商提几个问题之外，你什么也不能做。在后面一种情景下，你就是在赌博。一方面，数据敏感，潜在风险一定非常大；另外一方面，你对供应商不够了解，心中没底。

现实世界中的情景，大多位于以上两个极端之间，但是任何情景下，关键是在供应商可靠性与数据关键性之间权衡。将来当然会出现新风险，不过就现在而言，我们认为与云计算有关的风险可以大致分为两类：第一类是运营风险，包括安全风险、性能风险和可用性风险；第二类是非运营风险，包括业务可行性风险、法律风险和合规风险。

我们认为，70% ~80%的云计算风险与我们熟悉的标准的第三方外包风险没有什么不同。不过，云计算风险还是有几个独特之处应该引起我们的警惕：

- 供应商“连锁化”。如果你的云供应商的技术以其他云供应商的技术为基础，或者说，你的云供应商的服务以其他云供应商的服务为基础，那么发生连锁故障的可能性就很大。
- 秘密 PaaS。在云平台上建造新产品或新服务会遇到困难，但是，如果你都不知道你正在使用 PaaS，那情况会怎样？
- 引入恶意代码的新方法。有多少人在亚马逊 EC2 托管操作系统的时候，抓取过仅仅“看上去不错”的 AMI？任何人都能上传操作系统镜像文件到公共云中，任何人都能从公共云中下载操作系统镜像文件，所以，组织中的某人下载一个带有流氓软件的操作系统模板的可能性不仅存在，而且很大。

附录 C
揭秘云计算的“可移动性”：随着存储量越来越大，转移费会导致锁定[1]

在相互操作大会（Interop conference）的企业云峰会（Enterprise Cloud Summit）上，有两件事情让我感慨。第一件，有些企业已经在云中存储了几百太数据。第二件，把数据从一个服务供应商转移到另外一个服务供应商，过程可能非常耗时耗钱。

以上话题是一组云相互操作专家提起的，他们当时从 API 谈到云中间商，又谈到新兴的标准。专家包括：杰森·霍夫曼，云计算解决方案供应商 Joyent 的创建者兼 CTO；克里斯·布朗（Chris Brown），云计算技术服务提供商 Opscode 的工程副总裁；约翰·威利斯（John Willis），云计算咨询机构 Zabovo 的顾问；阿利斯泰尔（Alistair），互联网咨询机构 Bitcurrent 的分析师。讨论要点是：我们仍然处在云相互操作的早期阶段；现在，亚马逊的 API 也许是云宇宙的中心，但是，游戏才刚刚开始，谁知道以后会怎样。

---

① 《信息周刊》2009 年 11 月 28 日中午 12 点（摘自 2009 年 11 月 30 日版），作者约翰·福利（John Foley）。

专家们后来谈到可移动性，即把数据和应用从一个云环境转移到另外一个云环境的能力。IT 组织那样做的原因多种多样：对现有的云服务供应商不满意，出现了新的更好的替代品或者改变了战略，等等。早在 2009 年年初，这个话题已经很火了。当时，新成立不久的云供应商 Coghead 倒闭，SAP 仅仅接管了它的资产和工程团队，它的客户不得不为托管在那里的应用寻找一个新家。

数据存储越大，云间转移工作越难。专家们说，有些企业在云中存储了几百太甚至一拍数据，这些庞大的数据库，有些就位于亚马逊的 S3。亚马逊的 S3 给超过 500 太的数据存储提供折扣，非常划算。

“在云中存储了几百太数据的客户：你的数据现在移动不了了，将来也不能移动，所以想开一些吧。” Joyent 的 CTO 霍夫曼说。

根据数据传输速度的不同，把一拍数据从一个云转移到另外一个云需要耗时几周到几个月不等。从 S3 移出数据，亚马逊还要另外收费，每千兆 10 美分，一拍就要 10 万美元（当初把数据移入 S3 就已经花了 10 万美元，甚至不止 10 万美元）。

亚马逊估计，传输速度为 100 兆每秒的话，输入或输出 5 拍数据需要耗时一两天。亚马逊正在尝试一个名为 AWS Import/Export 的解决方案，该解决方案允许客户使用移动存储设备绕过网络上传或卸载数据。

企业从中可以得到什么教训？进入云，也许非常迅速、便宜、简单，但是待在一个云里的时间越长，就越难跳出。随着数据不断积累，IT 不仅需要留意在云中存储数据要花多少钱，而且需要留意将数据从云中移出要花多少费用。想想移出费用，企业就会放弃移出计划了！